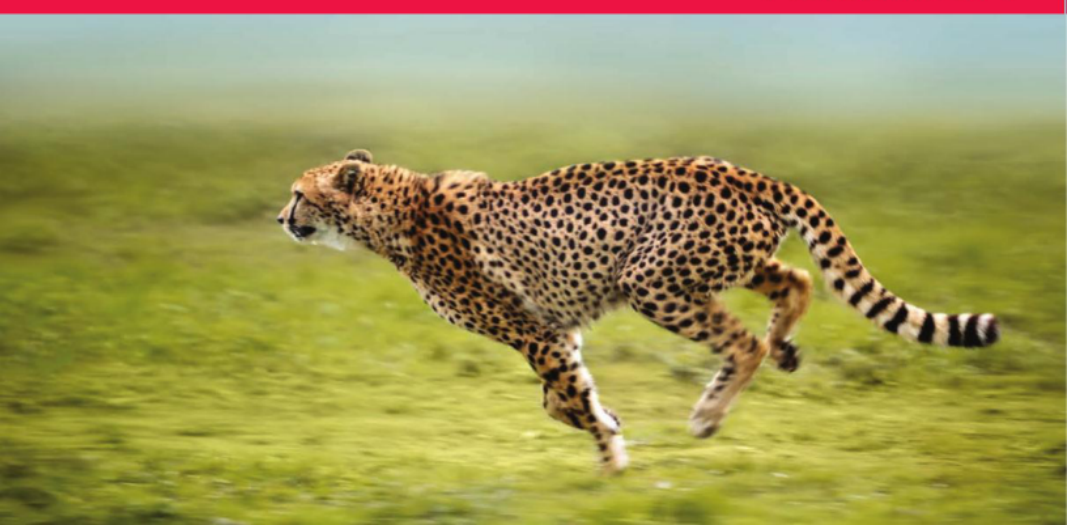
Editora Bernoulli

BIOLOGIA

Volume 04



BIOLOGIA Volume 04

Frente A

Frente B

Frente C

Sumário - Biologia Frente D

homem Autor: Marcos Lemos

2 Coleção Estudo BIOLOGIA MÓDULO FRENTE Citoplasma 07 A

Nas células procariotas, o citoplasma (do grego *Kytos*, Os microfilamentos, os microtúbulos e os filamentos

célula, e *plasma*, que dá forma, que modela) compreende intermediários formam uma complexa rede de finíssimos

toda a região interna da célula delimitada pela membrana filamentos e túbulos entrelaçados e interligados, constituindo

plasmática; nas células eucariotas, é a região compreendida o chamado citoesqueleto. entre a membrana plasmática e a membrana nuclear.

Retículo

Quando observado em microscopia óptica, o citoplasma endoplasmático

apresenta um aspecto homogêneo. Entretanto, ao ser Membrana rugoso

observado em microscopia eletrônica, revela a presença de Ribossomos plasmática

diversas estruturas de aspectos diferentes. Mitocôndria

Microtúbulo

COMPONENTES DO plasmática Trama microtrabecular intermediários Membrana Filamentos

CITOPLASMA Microfilamento

Hialoplasma ***Citoesqueleto*** *– O citoesqueleto é responsável pela manutenção*

da forma da célula eucariota e por determinados tipos de

movimentos celulares, como a ciclose e os movimentos

Também conhecido por matriz citoplasmática, citoplasma *ameboides. As células procariotas não possuem citoesqueleto.*

fundamental ou citosol, o hialoplasma está presente em

O hialoplasma da porção mais interna do citoplasma

qualquer tipo de célula e se constitui numa mistura formada

(endoplasma) encontra-se em contínuo movimento

por água, proteínas, aminoácidos, açúcares, ácidos nucleicos de circulação, impulsionado pela contração rítmica de

e íons minerais. É, na realidade, um sistema coloidal microfilamentos proteicos. Esse movimento de circulação,

(coloide), no qual a fase dispersante é a água, e a fase observado notadamente em células vegetais, tem o nome de

dispersa é constituída, principalmente, de proteínas. ciclose e ajuda a distribuir substâncias através do citoplasma.

Três tipos de filamentos proteicos podem ser encontrados A velocidade da ciclose pode aumentar ou diminuir em

imersos no hialoplasma das células eucariotas: função de determinados fatores, como a temperatura:

microfilamentos, microtúbulos e filamentos intermediários. sua velocidade aumenta com a elevação da temperatura e

diminui em temperaturas baixas.

Microtúbulo Núcleo

Ciclose

celulósica Cloroplasto Membrana

Microfilamento

Hialopla

de uma proteína contrátil chamada actina, embora às

vezes Membrana suco celular plasmática ***Filamentos proteicos*** *– Os microfilamentos são constituídos* Vacúolo de *encontre-se também outra proteína, a miosina. Os microtúbulos*

são constituídos de uma proteína chamada tubulina. Tanto os

de proteínas globulares, que podem se juntar (polimerizar) ou vacúolo de suco celular, o hialoplasma fica restrito a uma pequena faixa entre o vacúolo e a membrana plasmática, tornando se separar (despolimerizar) rapidamente no interior da célula. microfilamentos como os microtúbulos resultam da associação ***Ciclose*** *– Nas células vegetais, devido à presença do grande*

Os filamentos intermediários, formados por uma grande e como mitocôndrias e cloroplastos. Graças à ciclose, as células a ciclose bastante evidente, deslocando núcleo e organelas,

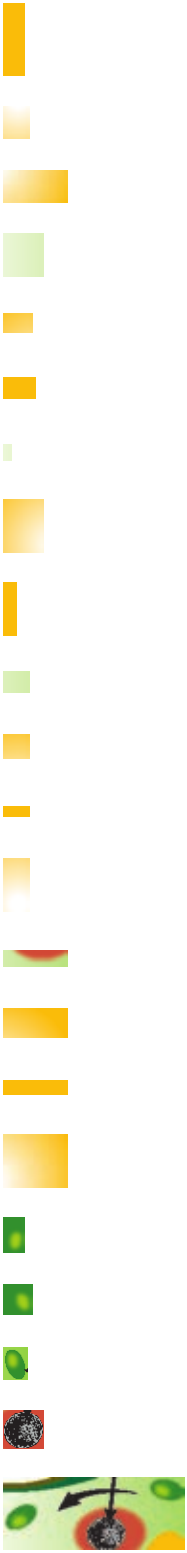
heterogênea família de proteínas, estendem-se desde a região vegetais são capazes de aproveitar melhor a quantidade de luz

junto à membrana plasmática até o núcleo, aumentando a que recebem, espalhando os seus cloroplastos uniformemente

resistência da célula às tensões e ajudando na sustentação no citoplasma, quando há pouca luz, e agrupando-os, quando

mecânica do núcleo e de organelas citoplasmáticas. há excesso de luz.

Editora Bernoulli 3



Frente A Módulo 07

Algumas células conseguem se deslocar através da
• **Armazenar substâncias** – Substâncias produzidas

formação de pseudópodes: é o chamado movimento no interior da célula ou vindas do meio extracelular

ameboide, realizado pelas amebas, pelos macrófagos e podem ser armazenadas no interior do retículo

pelos leucócitos. Os movimentos que levam à formação endoplasmático até serem utilizadas pela célula.

dos pseudópodes também são de responsabilidade dos Isso acontece, por exemplo, nas células musculares,

microfilamentos. nas quais íons Ca^{++} ficam armazenados no interior

do retículo até serem utilizados no mecanismo da

Os microtúbulos, além de participarem da formação

contrac
muscul

do citoesqueleto, também participam da formação dos

centríolos, do fuso da divisão celular e da formação dos • **Neutralizar toxinas** – Nos hepatócitos (células do cílios e flagelos. fígado), o retículo endoplasmático não granuloso

absorve substâncias tóxicas, modificando-as

No hialoplasma, ocorrem importantes reações do

metabolismo celular, como as reações da glicólise (1 etapa a ou destruindo-as, de modo a não causarem danos

ao organismo. É a atuação do retículo das células

da respiração celular), nas quais a glicose é transformada

hepáticas (hepatócitos) que permite, por exemplo,

em moléculas menores de ácido pirúvico. É também no

eliminar parte do álcool, medicamentos e outras

hialoplasma que muitas substâncias de reserva, como as

substâncias nocivas que ingerimos. Nos hepatócitos,

gorduras, o amido e o glicogênio, ficam armazenadas.

portanto, o retículo endoplasmático realiza uma

Retículo endoplasmático

função de desintoxicação.

- **Sintetizar substâncias** – O retículo não granuloso

Também chamado de retículo citoplasmático, é encontrado destaca-se na fabricação de lipídios, principalmente

apenas em células eucariotas, sendo constituído de um esterídeos. Já o retículo granuloso, devido à presença

sistema de túbulos (canalículos) e cisternas de paredes dos ribossomos, destaca-se na síntese de proteínas.

membranosas e intercomunicantes que percorre todo o

Complexo golgiense (complexo de

citoplasma, estendendo-se muitas vezes desde a superfície

externa da membrana plasmática até a membrana nuclear. Golgi, sistema golgiense, aparelho

É subdividido em não granuloso (liso) e granuloso (rugoso). de Golgi)

Encontrada apenas em células eucariotas, essa organela é,

2 na realidade, uma região modificada do retículo Núcleo

endoplasmático liso, constituída de unidades denominadas

sáculos lameliformes (dictiossomos, golgissomos).

Vesículas V Vesículas V Vesículas V Vesículas V í

Ribossomo mo

1

Retículo endoplasmático – 1. *O não granuloso (liso, agranular)* E E E E E E Esq E E E Esq E E E Esq E E E Esq E E Esq E E E E Esq E q quema quema quema quema quema quema quema qd d d d d d d de e e e e e e um u u um u u um u u um u u um u u um u u m m m m m m m m m m m m m m *não possui ribossomos aderidos às suas paredes;* ***2.*** *O granuloso* d d d d d d d d d d d d d d ctiossom d ctiossom d d d d ctiossom d d d d ctiossom d i ic ic ic ic ctiossom mo m m mo m m mo m m o o o *(rugoso, granular, ergastoplasma) possui ribossomos aderidos*

às suas paredes.

Entre as funções desempenhadas pelo retículo

Sáculos Sáculos

endoplasmático, destacamos:

- **Transportar ou distribuir substâncias** através do ***Dictiossomo*** *– Cada dictiossomo é uma pilha de sáculos*

citoplasma, auxiliando a circulação intracelular

de *achatados de onde se desprendem pequenas vesículas.*

partículas pelo interior de seus túbulos ou canalículos. *Nas células dos animais vertebrados, os dictiossomos*

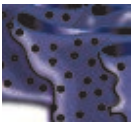
concentram-se numa mesma região do citoplasma, que é variável

• **Facilitar o intercâmbio (troca) de substâncias** *de um tipo celular para outro. Nos neurônios, por exemplo,*

entre a célula e o meio extracelular, uma vez que *eles se concentram ao redor do núcleo (posição perinuclear);*

muitos dos canalículos que o constituem estendem-se *nas células glandulares, ficam entre o núcleo e o polo secretor (posição apical). Nas células dos vegetais, os dictiossomos estão* desde a superfície externa da membrana plasmática *separados e espalhados pelo citoplasma. Nesse caso, diz-se que*

até a membrana nuclear. *o complexo golgiense é difuso (espalhado).*



"

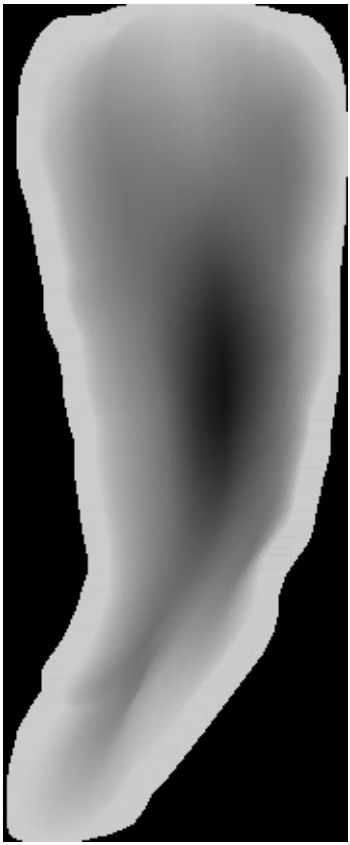
Citoplasma

Vesícula

de secreção

Face

Complexo trans



golgiense

Grãos de muco

Face Complexo de Golgi cis

Núcleo

Retículo Núcleo

granuloso

Retículo endoplasmático rugoso

***Complexo golgiense** – Os sáculos lameliformes têm duas faces:*

cis e trans. A face cis (formativa) está voltada para o retículo

endoplasmático, contendo as proteínas nele sintetizadas. A face

***Célula caliciforme** – Como em toda célula secretora, nas células*

Dela se desprendem as vesículas de secreções, contendo o caliciformes, o retículo endoplasmático e o sistema golgiense são trans (de maturação) está voltada para a membrana plasmática.

material que foi processado no interior dos sáculos lameliformes. bastante desenvolvidos. Repare no sistema golgiense, localizado

acima do núcleo. Dele saem vesículas de muco (grãos de muco)

Entre as funções realizadas pelo complexo golgiense, *que, ao chegarem na superfície superior da célula, eliminam o*

destacam-se: *muco no meio extracelular, por clasmocitose.*

• **Armazenamento de secreções** – Secreções são

BIOLOGIA

• **Síntese de lipídios** – Em determinadas células, como

substâncias que as células produzem e "exportam"

nas células foliculares dos ovários, nas células de Leydig

para o meio extracelular. As secreções,

portanto,

dos testículos e nas células do córtex das glândulas

exercem suas ações em um outro local, e não

suprarrenais, o sistema golgiense está relacionado

no interior das células em que foram produzidas.

com a produção de lipídios esterídeos. Os hormônios

As proteínas tipo “exportação”, por exemplo, são

sexuais, como o estrógeno e a testosterona, assim

sintetizadas no retículo endoplasmático granuloso

como os corticosteroides (hormônios do córtex das

e enviadas para o sistema golgiense, no qual

suprarrenais) são esterídeos produzidos no sistema

são armazenadas para posterior eliminação, por

golgiense das células.

clasmocitose, no meio extracelular.

• • **Formação da lamela média nos vegetais** – A união **Síntese de mucopolissacarídeos (muco)** –

Mucopolissacarídeos são substâncias formadas de células vegetais vizinhas é feita através de uma

pela associação de proteínas com polissacarídeos.

espécie de “cimento” intercelular: a lamela média.

Tais substâncias possuem um aspecto viscoso e Quimicamente, a lamela média é constituída de

são encontradas, por exemplo, nas nossas vias substâncias pécticas ou pectinas (pectatos de cálcio

respiratórias e digestivas, exercendo função de e magnésio), que são polissacarídeos associados a

proteção e de lubrificação das mucosas. minerais. O sistema golgiense das células vegetais

é a organela responsável pela secreção dessas

Os mucopolissacarídeos são formados da seguinte substâncias. maneira: no sistema golgiense, os monossacarídeos

sofrem polimerização (ligam-se uns aos outros), • **Formação do acrossomo no espermatozoide** – formando polissacarídeos. Em seguida, esses O acrossomo é um corpúsculo encontrado na cabeça

polissacarídeos combinam-se com proteínas do espermatozoide contendo a enzima hialuronidase.

provenientes do retículo granuloso, formando-se, A enzima hialuronidase é liberada por ocasião da

assim, as glicoproteínas que constituem os fecundação, pois é necessária para promover a

mucopolissacarídeos. Um bom exemplo de células perfuração da camada de ácido hialurônico que

produtoras de muco são as células caliciformes,

envolve e protege o gameta feminino, permitindo,

encontradas, por exemplo, nas vias respiratórias. assim, a penetração do espermatozoide.

Frente A Módulo 07

Complexo As mitocôndrias, devido à presença de DNA em sua

Vesícula Acrossomo Mitocôndrias ou duplicação das mitocôndrias recebe o nome de acrossomal de Golgi estrutura, são capazes de se autoduplicar. A autoduplicação

Núcleo

condriocines

Centríolos

Filamento Quanto à função, as mitocôndrias estão diretamente

axial envolvidas no processo da respiração celular aeróbica,

I II que tem por objetivo a obtenção de energia para as

atividades celulares.

III A respiração celular possui três etapas básicas: glicólise,

ciclo de Krebs e cadeia respiratória. A glicólise ocorre no

Formação do acrossomo *–* ***I.*** *Os sáculos lameliformes*

(dictiossomos) se agrupam ao redor do núcleo; ***II.*** *Do* hialoplasma, enquanto o ciclo de Krebs e a cadeia respiratória,

complexo golgiense desprendem-se vesículas (grânulos) nas células eucariotas, realizam-se nas mitocôndrias.

contendo a enzima hialuronidase; ***III.*** *As vesículas originárias* O ciclo de Krebs realiza-se na matriz mitocondrial e a cadeia

IV. *Espermatozoide com acrossomo.* respiratória, nas cristas mitocondriais. *do complexo golgiense fundem-se, formando o acrossomo;*

Mitocôndrias(os) Plastos (plastídeos)

Estão presentes apenas no citoplasma de células Encontrados apenas em células eucariotas vegetais,

eucariotas. São orgânulos esféricos, ovalados ou alongados, os plastos estão subdivididos em dois grandes grupos:

delimitados por duas membranas lipoproteicas: membrana leucoplastos e cromoplastos. externa e membrana interna.

A) Leucoplastos – São incolores, isto é, desprovidos

Cristas mitocondriais de pigmentos (apigmentados) e relacionam-se

com armazenamento de reservas nutritivas.

Para cada tipo de substância nele armazenada,

Membrana

interna há uma denominação especial: amiloplastos

(armazenam amido), oleoplastos (armazenam óleos)

e proteoplastos (armazenam proteínas).

B) Cromoplastos – São coloridos, isto é, possuem

Membrana externa pigmentos (pigmentados). Relacionam-se com a

absorção de luz e com a fotossíntese. De acordo

com a sua coloração, recebem uma denominação

Mitocôndria *– A membrana externa é lisa e contínua,*

especial: cloroplastos (verdes, devido à presença do

a interna apresenta invaginações ou dobras denominadas

c r i s t a s m i t o c o n d r i a i s . N a s c r i s t a s m i t o c o n d r i a i s *,* pigmento verde clorofila), xantoplastos (amarelos, *encontram-se as partículas elementares, enzimas que têm* devido à presença do pigmento amarelo xantofila)

importante papel nas reações da cadeia respiratória. O espaço e eritroplastos (vermelhos, devido à presença do

interno das mitocôndrias é preenchido por um material de pigmento vermelho licopeno, ficoeritrina ou eritrofila).

consistência fluida, denominado matriz mitocondrial, constituído

de água, carboidratos, íons minerais, moléculas de RNA e DNA.

Imersos nessa matriz também são encontrados ribossomos Numa célula vegetal, podem existir diferentes tipos

(mitorribossomos). de plastos e o conjunto de todos eles recebe o nome de

plastidoma.

Apesar do seu tamanho reduzido, as mitocôndrias podem

ser evidenciadas em microscopia óptica, uma vez que podem De todos os tipos de plastos, os cloroplastos são os

ser coradas em células vivas com o verde janus, corante mais importantes, uma vez que neles ocorre a reação de

específico para sua evidenciação. fotossíntese.

O número de mitocôndrias numa célula é muito A fotossíntese tem por objetivo sintetizar glicose

variável, oscilando entre algumas dezenas e várias a partir de compostos inorgânicos, como água e gás

centenas. Como as mitocôndrias relacionam-se com os carbônico, utilizando energia luminosa. Possui duas etapas

processos energéticos (produção de ATP), quanto maior básicas: fase clara e fase escura. Nas células eucariotas

a atividade metabólica de uma célula, maior é o número fotossintetizantes, essa reação ocorre nos cloroplastos.

de mitocôndrias. O conjunto de todas as mitocôndrias de A fase clara tem lugar nos *grana*, enquanto a fase escura

uma célula tem o nome de condrioma. realiza-se no estroma.

Citoplasma

Os cloroplastos podem apresentar morfologia variada: interior dessas organelas. Na membrana do lisossomo,

em certas algas, podem ser espiralados ou estrelados; existe uma enzima que, utilizando energia liberada

nas células dos vegetais superiores, normalmente são de ATP, bombeia íons H_+ para dentro dos lisossomos.

esféricos ou ovoides. Como o hialoplasma é um meio neutro (pH = 7,0), se

a membrana de um lisossomo se rompe liberando suas

Os plastos podem se transformar uns nos outros.

enzimas, isso não acarretará grandes danos à célula, uma

Assim, cloroplastos podem se transformar em xantoplastos,

vez que as enzimas lisossômicas são pouco ativas em

em eritroplastos (no processo de amadurecimento de

certos frutos, por exemplo) e, pela ausência de luz, meio neutro. Entretanto, havendo ruptura simultânea de

em leucoplastos. muitos lisossomos, haverá

extravasamento excessivo de

enzimas, podendo pôr em risco a integridade da célula,

A *Granum* levando inclusive à sua morte.

Membrana (Pilha de tilacoides) B

externa Os lisossomos são organelas típicas de células eucariotas Membrana aa Tilacoide interna animais e têm como função realizar a digestão intracelular. Lamela

Essa digestão pode ser dos tipos: heterofagia e autofagia.

- **Heterofagia (digestão heterofágica)** – Consiste

Estroma na digestão de material exógeno, isto é, material

proveniente do meio extracelular e que penetra na

Cloroplastos *– Quanto à sua estrutura, os cloroplastos* célula por endocitose (fagocitose ou pinocitose).

estão delimitados por duas membranas lipoproteicas: Trata-se, portanto, da digestão do fagossomo ou

membrana externa e membrana interna. A membrana interna do pinossomo. *forma invaginações (dobras) para o interior da organela.*

Uma vez dentro da célula, o fagossomo (ou o

Essas dobras se dispõem paralelamente e recebem o nome de

lamelas. Sobre essas lamelas, encontramos pequenas estruturas
pinossomo) junta-se a um lisossomo (lisossomo

discoides, constituídas de clorofila, denominadas tilacoides. primário) e, dessa união, surge o vacúolo digestivo BIOLOGIA

Os tilacoides se dispõem uns sobre os outros, formando pilhas. ou lisossomo secundário. No interior do vacúolo

Cada pilha de tilacoides recebe o nome de granum*, cujo* digestivo, o material englobado por fagocitose ou

plural é grana*. O espaço interno do cloroplasto é preenchido* pinocitose é digerido pelas enzimas lisossômicas.

por uma mistura denominada estroma, constituída de água, Os nutrientes resultantes dessa digestão são liberados

proteínas, carboidratos, lipídios, RNA e DNA. No estroma, no hialoplasma e aproveitados pela célula. O material

também existem ribossomos. A presença de DNA nessa organela que não foi digerido, isto é, as sobras ou resíduos

justifica a sua capacidade de autoduplicação, e a presença dessa digestão, permanece dentro do vacúolo que

de ribossomos permite a realização de síntese de proteínas passa então a ser chamado de vacúolo residual ou

em seu interior. ***A.*** *Representação de um cloroplasto visto* corpo residual. Uma vez formado, o vacúolo residual

ao microscópio eletrônico (M/E). ***B.*** *Ilustração indicando os* funde-se à membrana plasmática da célula e, por

grana *formados pelos tilacoides. Observe que os tilacoides se* clasmocitose, libera os resíduos no meio extracelular.

intercomunicam. Alguns autores chamam essa clasmocitose realizada

pelo vacúolo residual de defecação celular.

Lisossomos(as) • **Autofagia (digestão autofágica)** – Consiste na

digestão de material endógeno, isto é, material do

São pequenas vesículas delimitadas por membrana próprio meio intracelular. Às vezes, certas organelas

lipoproteica, originárias do sistema golgiense, contendo citoplasmáticas tornam-se inativas, deixando de

enzimas digestivas (hidrolíticas) que têm atividade máxima realizar suas funções. Nesse caso, a organela inativa

em meio ácido. Por isso, também são genericamente será digerida pelas enzimas lisossômicas. Na autofagia,

denominadas de hidrolases ácidas. Essas enzimas são o lisossomo primário junta-se à organela inativa,

produzidas no retículo endoplasmático granuloso e daí vão formando o vacúolo autofágico ou autofagossomo.

para o sistema golgiense, do qual desprendem pequenas No vacúolo autofágico, a organela é digerida.

vesículas, os lisossomos, contendo as referidas enzimas. Os nutrientes provenientes dessa digestão são

As enzimas lisossômicas são ativas em meio ácido (pH repassados para o hialoplasma e aproveitados pela

entre 4,5 e 5,0). A acidez do interior do lisossomo é célula, enquanto as “sobras” contidas no vacúolo residual

obtida através do bombeamento de íons H_+ para o são eliminadas, por clasmocitose, no meio extracelular.

Frente A Módulo 07

Nas células dos rins e do fígado, por exemplo, existem grandes peroxissomos que têm importante papel na

4 7 destruição de moléculas tóxicas, como o etanol das bebidas

1 alcoólicas ingeridas pelo organismo. Aproximadamente 6

25% do álcool ingerido pelo ser humano são degradados

pelos peroxissomos. O restante é degradado pelo retículo

2

endoplasmático não granuloso. Nas reações de degradação

das moléculas tóxicas que ocorrem nos peroxissomos,

3

átomos de hidrogênio presentes na molécula da substância

5 tóxica são transferidos ao oxigênio, originando, como

resíduo, a água oxigenada ou peróxido de hidrogênio (H_2O_2).

1. Fagossomo ou pinossomo Entretanto, a água oxigenada formada como subproduto 2. Lisossomo primário dessas reações também é uma substância tóxica para a 3. Organela inativa 1 + 2 → 4 → 6 → 7 = Heterofagia célula, tendo, inclusive, ação mutagênica. No entanto, nos

5. Vacúolo autofágico 2 + 3 → 5 → 6 → 7 = Autofagia 4. Vacúolo digestivo

peroxissomos, também existe uma enzima, a catalase, que

6. Vacúolo residual rapidamente promove o desdobramento da água oxigenada, 7. Clasmocitose

transformando-a em água e em oxigênio.

Heterofagia e autofagia: os processos de digestão celular são

compostos por várias etapas.

2H Catalase O 2H O + O

Os lisossomos também estão relacionados com o 2 2 2 2

processo da autólise (citólise), fenômeno que consiste na ***Desdobramento da água oxigenada pela catalase*** –

destruição da célula por suas próprias enzimas, ou seja, *A atividade da catalase é importante porque o peróxido de*

é uma autodestruição celular. Para que isso ocorra, *hidrogênio (H_2O_2) que se forma nos peroxissomos é um oxidante* é preciso que haja uma ruptura da membrana de vários *energético e prejudicaria a célula se não fosse rapidamente*

lisossomos com consequente extravasamento das suas *transformado.*

enzimas para o hialoplasma. Em contato direto com o Um tipo particular de peroxissomo, os glioxissomos,

hialoplasma, as enzimas lisossômicas iniciam o processo é encontrado em células vegetais de sementes

de digestão de toda a célula. oleaginosas (algodão, amendoim, girassol, etc.).

Os glioxissomos possuem oxidases que atuam em reações

A autólise é um processo que ocorre, normalmente,

que transformam lipídios (armazenados como reservas de

após a morte do organismo. Após a nossa morte, por

alimento) em açúcares, que são utilizados como fontes de

exemplo, as células entram em processo de autólise

energia para o metabolismo celular. A glicose produzida a

(autodestruição), o que, aliás, justifica, em parte,

partir dos lipídios de reserva nas sementes é distribuída

a degeneração cadavérica. Sabe-se que, assim que a célula

para a plântula em formação e serve de fonte energética até

morre, os lisossomos se rompem aos poucos, liberando

que os cloroplastos se formem nas folhas jovens e iniciem

suas enzimas que, evidentemente, aceleram o processo

a fotossíntese.

de degradação do material celular, simultaneamente à

ação dos micro-organismos decompositores.

Vacúolos

A autólise também acontece em alguns processos

patológicos (doenças), como na silicose. Na silicose, doença São vesículas membranosas de diferentes tamanhos e

pulmonar causada pela inalação constante de pó de sílica, relacionadas com diferentes funções. subdividem-se em:

muito comum em trabalhadores de pedreiras e minas,

as partículas de sílica perfuram a membrana lisossômica **A) Vacúolos relacionados com os processos de** das células pulmonares e, assim, há o extravasamento das **digestão intracelular** – Nesse grupo, temos os

enzimas que, então, iniciam o processo de autólise que leva vacúolos alimentares (fagossomos e pinossomos),

à destruição e à morte das células pulmonares. os vacúolos digestivos, os vacúolos autofágicos e os

vacúol
residua

Peroxissomos(as) **B) Vacúolos contráteis ou pulsáteis** – Aparecem em

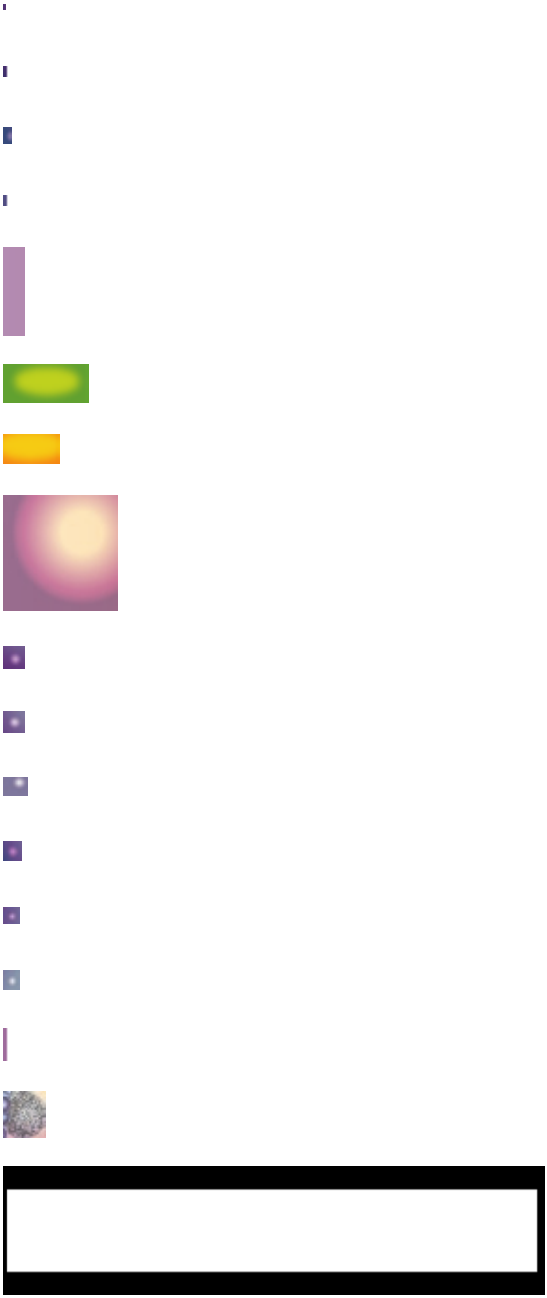
São pequenas vesículas membranosas encontradas em seres unicelulares dulcícolas desprovidos de parede

células eucariotas de animais e vegetais. Tais vesículas celular e têm a finalidade de bombear, por transporte

armazenam em seu interior determinadas enzimas, ativo, água para o meio extracelular, impedindo,

as oxidases, que catalisam reações que modificam assim, que a célula “estoure” devido ao excesso de

substâncias tóxicas, tornando-as inofensivas para as células. água em seu interior.



Citoplasma

C) Vacúolos de suco celular ou vacúolos

vegetais – pela molécula de RNA-m e pelos diversos ribossomos

São encontrados apenas em células eucariotas a ela associados recebe o nome de polissomo ou

vegetais. Estão delimitados por uma membrana polirribossomo. No polissomo, todos os ribossomos

lipoproteica, denominada tonoplasto, e contêm percorrem a mesma fita de RNA-m e, assim, os peptídeos

em seu interior o suco vacuolar, solução aquosa por eles produzidos serão idênticos, uma vez que terão

na qual, muitas vezes, estão dissolvidos açúcares, a mesma sequência de aminoácidos. sais minerais e pigmentos.

Movimento dos ribossomos

RNA-m

Núcleo Hialoplasma

Hialoplasma

Ribossomo

suco celular suco celular Proteína Cadeias de proteína em crescimento completa Vacúolo de Vacúolo de

Vacúolo de suco celular *– Nas células vegetais jovens,*

os vacúolos de suco celular são pequenos e numerosos.

À medida que a célula vai se desenvolvendo, os vacúolos ***Polirribossomo*** *– Observe que os diversos ribossomos,*

se fundem uns com os outros, formando vacúolos maiores. por estarem em diferentes pontos do RNA-m, estão com

único e volumoso vacúolo de suco celular que ocupa uma O ribossomo 1 percorreu um número menor de códons e, por grande área do citoplasma. Esse vacúolo na célula adulta é um isso, está com um peptídio menor. Ao contrário, o ribossomo Assim, na célula vegetal adulta, normalmente aparece um sua cadeia peptídica em fases diferentes de formação.

reservatório de água, sais, pigmentos e açúcares. A concentração 6 está com a cadeia peptídica já formada e se soltará em da solução existente dentro desse vacúolo exerce importante seguida do RNA-m. papel no mecanismo osmótico da célula vegetal.

Ribossomos(as) BIOLOGIA Centríolos

Estruturas não membranosas, encontradas em células Estruturas não membranosas encontradas em células

procariotas e eucariotas. Foram descobertos em 1953 eucariotas de animais e de vegetais (exceto angiospermas).

por George Palade, razão pela qual foram inicialmente Em geral, a célula apresenta um par de centríolos dispostos

denominados grânulos de Palade. São pequenos grânulos perpendicularmente um ao outro, ocupando, normalmente,

de ribonucleoproteínas, uma vez que são constituídos de uma posição próxima ao núcleo celular em uma região

RNA-r e proteínas. denominada centro celular (centrossomo). Esse par de

centríolos é denominado diplossomo.

Diplossomo

Centríolo Moléculas

de tubulina

Centro oco

Ribossomo *– Cada ribossomo é formado por duas subunidades,*

uma maior e outra menor.

Nas células procariotas, os ribossomos são encontrados

dispersos pelo hialoplasma. Nas eucariotas, além de serem Microtúbulo encontrados dispersos pelo hialoplasma, também estão

Centríolos *– Cada centríolo é formado por 27 túbulos*

presentes aderidos às paredes do retículo endoplasmático

proteicos, organizados em nove grupos de três túbulos cada.

rugoso, na matriz mitocondrial e no estroma dos cloroplastos. *Esses túbulos proteicos são, na realidade, microtúbulos,*

constituídos de proteínas denominadas tubulinas. Tem sido

A função dos ribossomos é a síntese de proteínas. Para

descrita, também, a ocorrência de duas outras proteínas:

exercer essa função, precisam estar ligados a uma fita
a nexina e a dineína, que fazem a ligação entre os dois centríolos

de RNA-m. Muitas vezes, vários ribossomos ligam-se a
constituintes do diplossomo, bem como a ligação entre os

uma mesma molécula de RNA-m. O complexo
formado *microtúbulos de cada centríolo.*

Frente A Módulo 07

Os centríolos podem se duplicar por montagem molecular, **1 2**

isto é, podem orientar a formação de novos microtúbulos

Imp

a partir da associação de moléculas de tubulinas e,

consequentemente, formar novos centríolos.

Nas células eucariotas, os centríolos são responsáveis **2** Impulso **1**

pela formação dos cílios e flagelos, estruturas filamentosas

móveis que se projetam da superfície celular. Os cílios

e os flagelos são centríolos modificados. A parte basal **4** dos cílios e dos flagelos é denominada cinetossomo

(corpúsculo basal) e tem a mesma estrutura do centríolo. **3 5**

Movimento ciliar Movimento flagelar

9 grupos de

2 microtúbulos *O movimento dos cílios é diferente do movimento dos flagelos*

Túbulos

centrais LEITURA COMPLEMENTAR

Corte

Cílio transversal

Apoptose

Membrana

plasmática A apoptose é um fenômeno que consiste na morte celular

geneticamente programada como parte de um processo

normal, ou seja, é uma autodestruição celular geneticamente

programada. Muitas células, durante os diferentes processos

de formação dos organismos pluricelulares, são programadas

Corte para morrer. Uma das razões da apoptose é o fato de a

transversal

Cinetossomo célula, em determinado momento, não ser mais necessária

ao organismo. Por exemplo, antes do nascimento, o feto

humano apresenta mãos com membrana interdigital

9 grupos de (entre os dedos). Com a continuidade do desenvolvimento,

3 microtúbulos as células que constituem essa membrana sofrem apoptose

e desaparecem.

Cílios e flagelos *– Um corte transversal no cinetossomo*

mostra uma estrutura idêntica à do centríolo, isto é, nove A apoptose também acontece nas alterações estruturais

grupos de três túbulos proteicos cada. Do cinetossomo, dois que se verificam na metamorfose de certos animais. É por

túbulos de cada grupo de três alongam-se, empurrando a apoptose, por exemplo, que ocorre o desaparecimento da cauda

membrana plasmática, ocorrendo, ainda, a formação de um

do girino (larva do sapo) quando ele começa a transformar-se

par de túbulos na região central. Assim, um corte transversal

num animal adulto. Na apoptose, a célula fragmenta-se em

na parte do cílio ou flagelo que se exterioriza (que sai para o

meio extracelular) mostra uma estrutura formada por nove vesículas revestidas por membranas denominadas corpos

grupos de dois túbulos proteicos cada e dois túbulos centrais. apoptóticos. Por serem revestidos por membranas, esses

Alguns autores costumam empregar o esquema numérico fragmentos são reconhecidos e fagocitados por macrófagos

9 + 2 para designar a estrutura dos cílios e flagelos, e o ou por células vizinhas. Assim, as células que morrem por

esquema 9 + 0 para representar a organização dos túbulos apoptose são removidas do tecido sem que haja extravasamento

no centríolo. do conteúdo celular, o que evita a ocorrência de proceso

inflamatório. Quando danificadas por substância tóxica,

Os cílios e flagelos das células eucariotas têm a mesma veneno ou então quando são privadas de nutrientes essenciais,

origem e a mesma estrutura interna. A diferença entre as células morrem por necrose e se rompem, liberando seu

eles deve-se, basicamente, a três fatores: os cílios são conteúdo no meio extracelular, o que frequentemente resulta

mais curtos que os flagelos; os cílios são mais numerosos em inflamação. Na morte celular por apoptose, não ocorre esse

do que os flagelos; o movimento dos cílios é diferente do extravasamento. movimento flagelar, como mostra a figura a seguir:

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

03. (PUC Minas) Estão especificamente relacionados com a ciclose os

01. A) cloroplastos. D) pseudópodes. (VUNESP) Se fôssemos comparar a organização e o

funcionamento de uma célula eucarionte com o que ocorre B) dictiossomos. E) vacúolos.

em uma cidade, poderíamos estabelecer determinadas C) microfilamentos.

analogias. Por exemplo, a membrana plasmática seria

o perímetro urbano e o hialoplasma corresponderia ao **04.** (PUC Minas) Encontram-se só em células procariotas e

espaço ocupado pelos edifícios, ruas e casas com seus só em células eucariotas, respectivamente,

habitantes. 1. Parede celular 4. Mitocôndria

O quadro reúne algumas similaridades funcionais entre 2. Tonoplasto 5. Plastídeo

cidade e célula eucarionte. 3. Retículo endoplasmático 6. Ribossomo

Cidade A) 1 das estruturas acima – apenas 3 delas.
Células eucariontes

B) 1 das estruturas acima – apenas 5 delas.

I. Ruas e avenidas 1. Mitocôndrias

C) 2 das estruturas acima – apenas 6 delas.

II. Silos e armazéns 2. Lisossomos D) 3 das estruturas acima – apenas 6 delas.

III. Central elétrica (energética) 3. Retículo endoplasmático E) nenhuma das estruturas acima – apenas 4 delas.

IV. Casas com aquecimento solar 4. Complexo de Golgi

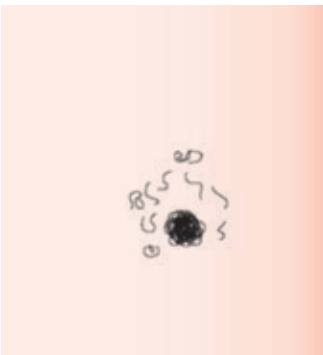
05. (UFF-RJ) Observe as três organelas indicadas na figura:

V. Restaurantes e lanchonetes 5. Cloroplastos

Correlacione os locais da cidade com as principais funções

correspondentes às organelas celulares e assinale a

alternativa **CORRETA**. 1



2

A) I-3, II-4, III-1, IV-5 e V-2

B) I-4, II-3, III-2, IV-5 e V-1 BIOLOGIA

C) I-3, II-4, III-5, IV-1 e V-2

D) I-1, II-2, III-3, IV-4 e V-2

E) I-5, II-4, III-1, IV-3 e V-2

Assinale a alternativa que, relativamente a cada uma

02. (UFMG) Que alternativa indica as funções correspondentes dessas organelas, apresenta sua identificação seguida

aos organoides celulares representados? de uma de suas funções.

A) 1 – retículo endoplasmático liso – síntese de lipídios;

2 – retículo endoplasmático rugoso – pode controlar a

concentração de cálcio citoplasmático; 3 – Complexo

de Golgi – secreção celular.

B) 1 – Complexo de Golgi – síntese de proteínas;

2 – retículo endoplasmático rugoso – secreção

celular; 3 – retículo endoplasmático liso – transporte

de substâncias.

C) 1 – Complexo de Golgi – origem dos lisossomos;

A) Respiração, fotossíntese, síntese proteica, 2 – retículo endoplasmático liso – pode controlar a

armazenamento de secreção. concentração de cálcio citoplasmático; 3 – retículo

endoplasmático rugoso – síntese de proteínas.

B) Síntese proteica, armazenamento de secreção,

respiração, fotossíntese. D) 1 – Complexo de Golgi – secreção celular;

2 – retículo endoplasmático liso – síntese de

C) Armazenamento de secreção, síntese proteica,

proteínas; 3 – retículo endoplasmático rugoso –

fotossíntese, respiração.

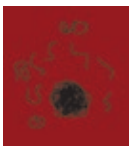
síntese de lipídios.

D) Síntese proteica, respiração, armazenamento de E) 1 – retículo endoplasmático liso – pode controlar a

secreção, fotossíntese. concentração de cálcio citoplasmático; 2 – retículo

E) Fotossíntese, armazenamento de secreção, respiração, endoplasmático rugoso – síntese de proteínas;

síntese proteica. 3 – Complexo de Golgi – secreção celular.



Frente A Módulo 07

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

04. (PUC Minas)
Em um procarionte, os lisossomos

01. (UFMG) O esquema representa um modelo de célula com B) possuem enzimas oxidativas. A) contêm poucas enzimas hidrolíticas.

alguns de seus componentes numerados de 1 a 8.

C) são de aspecto morfológico diferente dos eucariontes.

4 D) têm propriedades de síntese.

E) não são encontrados.

3 **05.** (PUC Minas) O processo de renovação celular em que

2 5 orgânulos envelhecidos, não funcionais, são digeridos

6 pelos lisossomos, com possível aproveitamento do

7 material digerido, é chamado de

1 A) heterofagia. D) fagocitose.

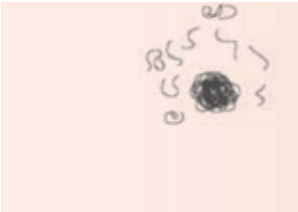
B) clasmocitose. E) autólise.

C) autofagia

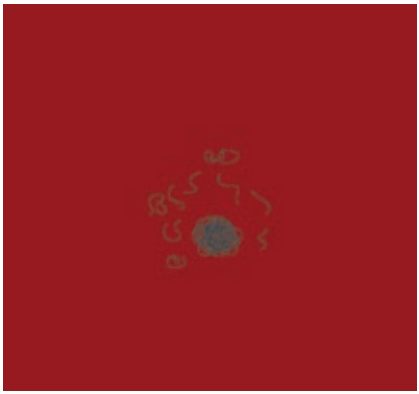
Com relação aos componentes indicados, a alternativa

totalmente **CORRETA** é: **06.** (PUC RS–2010) Em uma pesquisa, um biólogo introduziu no

A) 1 caracteriza células vegetais e 2 é a membrana celular. citoplasma de amebas certa droga capaz de despolimerizar



B) 3 é o retículo endoplasmático liso e 4 é um lisossomo. as proteínas do citoesqueleto. Em suas observações, ele



C) 5 e 7 ocorrem em células procariotas e eucariotas. notou que as amebas desprovidas de citoesqueleto íntegro

D) 6 realiza a fotossíntese. ficavam impedidas de realizar muitas funções, **EXCETO**

E) 8 é local de síntese de macromoléculas orgânicas. A) locomoção. D) exocitose.

02. B) divisão. E) osmose. (UFMG) Dos componentes a seguir relacionados, estão

diretamente envolvidos na síntese de proteínas e glicose C) fagocitose.

A) lisossomo e retículo endoplasmático rugoso. **07.** (PUC Minas) “Partículas de sílica perfuram a membrana

B) plastídeos e aparelho de Golgi.

do lisossomo e as enzimas liberadas destroem os

C) ribossomos e retículo endoplasmático rugoso. componentes da célula, levando-a à morte.”

D) ribossomos e plastídeos.

Os organoides responsáveis pela produção dessas enzimas

E) matriz citoplasmática e aparelho de Golgi.

e formação da vesícula citada são, respectivamente,

-

03. A) retículo liso e retículo rugoso. (UECE–2010) Relacione as informações contidas na

-

coluna 1 – organelas celulares – com seus respectivos B) retículo rugoso e retículo liso.

-

processos fisiológicos, listados na coluna 2. C) complexo de Golgi e centríolos.

-

Coluna 2 – Processos D) mitocôndria e complexo de Golgi.

-

Coluna 1 – Organelas

-

fisiológicos E) retículo rugoso e complexo de Golgi.

-

I. Respiração celular

-

II. Eliminação de substâncias, **08.** (Cesgranrio) A propósito de cílios e flagelos, é **CORRETO**

-

1. Ribossomo afirmar que processo denominado

-

2. Mitocôndria

-

secreção celular. A) os cílios são responsáveis pela locomoção de

3. Lisossomo III. Síntese de proteínas procariotos e os flagelos, de eucariotos.

4. Complexo golgiense

IV. Autofagia B) só se encontram os cílios em relação com o movimento

5. Retículo endoplasmático

agranular V. Destruição de diversas vibrátil de células fixas e flagelos em relação com a

substâncias tóxicas, entre locomoção de seres unicelulares.

elas o álcool. C) ambos são estruturas de função idêntica, que se

distinguem por diferenças quanto ao tamanho e ao

A sequência que correlaciona **CORRETAMENTE** as duas

número por célula.

colunas, de cima para baixo, é a seguinte:

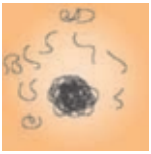
D) os cílios determinam a movimentação de fluidos

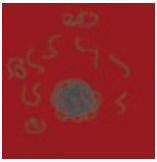
A) 1-III, 2-I, 3-IV, 4-II, 5-V extracelulares, o que não pode ser realizado pelos flagelos.

B) 1-I, 2-II, 3-V, 4-III, 5-IV E) o movimento flagelar é ativo e consome energia, em

C) 1-III, 2-I, 3-V, 4-IV, 5-II oposição ao movimento ciliar, que é passivo e provocado

D) 1-I, 5-IV, 3-V, 4-II, 2-III pelas correntes líquidas intracitoplasmáticas.





Citoplasma

09. (PUC-Campinas-SP) Considere os seguintes eventos numa **12.** (PUC Minas) Observando-se uma célula vegetal viva ao

célula produtora de mucopolissacarídeos: microscópio óptico, é possível observar os cloroplastos

em movimento. Assinale a alternativa que **MELHOR**

I. Síntese de polipeptídeos.

explica esse movimento.

II. Combinação de açúcares com os polipeptídeos.

III. Formação dos grãos de secreção. A) Na verdade, o movimento é do líquido citoplasmático,

e os cloroplastos são apenas carregados por esse

O complexo de Golgi é responsável apenas por movimento.

A) I.

B) Os cloroplastos, como partículas originadas dos

B) II. protozoários, são dotados de pseudópodes.

C) III.

C) O movimento é apenas aparente. Na célula vegetal,

D) I e II.

todas as estruturas são fixas.

E) II e III.

D) A passagem de luz através da célula vegetal

aumenta a fotossíntese. O movimento observado

10. (FCMMG) são bolhas de oxigênio liberado que simulam

cloroplastos.

I E) O movimento dos cloroplastos é real, chama-se

ciclose e é causado pela presença da parede de

celulose.

IV

III **13.** (PUC Minas) Autofagia e autólise

A) são denominações diferentes para o mesmo

V fenômeno.

II BIOLOGIA

B) são fenômenos diferentes, sendo que, no primeiro,

a célula capta partículas nutritivas do meio

extracelular.

A célula esquematizada na figura anterior é responsável

pela síntese e secreção de uma glicoproteína. O local C) são fenômenos di ferentes, sendo que, no

da síntese e da formação das vesículas de secreção segundo, a célula é destruída pela ruptura dos

são representados, respectivamente, pelas organelas lisossomos.

de números D) constituem o mesmo tipo de fenômeno, em que a

A) IV e II. célula busca alimento no meio extracelular.

B) IV e III. E) constituem o mesmo tipo de fenômeno, sendo que

C) V e III. o primeiro corresponde à fagocitose e o segundo, à

pinocitose.

D) V e IV.

11. (FCMMG) A silicose é uma grave doença, com encontradas diversas organelas, cada uma com funções perda progressiva da capacidade ventilatória dos **14.** (Unicamp-SP) No citoplasma das

células, são

específicas, mas interagindo e dependendo das outras

pulmões, encontrada comumente em trabalhadores

para o funcionamento celular completo. Assim, por

de minas. Partículas de sílica destroem uma organela

exemplo, os lisossomos estão relacionados ao complexo

citoplasmática, causando o extravasamento de enzimas,

que leva à morte celular. de Golgi e ao retículo endoplasmático rugoso, e todos

às mitocôndrias.

A organela anteriormente referida é o (a)

A) **EXPLIQUE** que relação existe entre lisossomos e

A) lisossoma.

complexo de Golgi.

B) mitocôndria.

B) Qual a função dos lisossomos?

C) complexo de Golgi.

D) retículo endoplasmático. C) Por que todas as organelas dependem das mitocôndrias?

Frente A Módulo 07

SEÇÃO ENEM

Em relação à estrutura mostrada,

podemos concluir que

A) a célula em questão pode ser a de uma bactéria.

01. Um aluno, após ter estudado a organização celular de seres

B) neurônios, células musculares e células da pele

eucariontes e procariontes, elaborou um quadro indicando

não apresentam a estrutura básica mostrada

com os sinais (+) e (–), respectivamente, a presença anteriormente.

ou a ausência da estrutura em cada tipo de célula.

C) o sistema de membranas da célula garante o bom

funcionamento das reações químicas, assim como o

Estrutura celular Célula Célula eucariota

ideal armazenamento de moléculas.

procariota Animal Vegetal

D) as células não possuem nenhuma relação com as

Membrana plasmática + + + doenças.

Retículo endoplasmático – + + E) as proteínas e os lipídios não fazem parte da

composição da célula em questão.

Complexo golgiense – + +

Ribossomos – + +

Plastos – – + GABARITO

Mitocôndrias – + –

Fixaçã

O aluno, ao construir o quadro, cometeu quantos erros?

A) 01. A 02. B 03. C 04. E 05. C 1

B) 2 Propostos

C) 3

D) 4 01. E

E) 5 02. D

03. A

02. Até a metade do século passado, só era possível observar 04. E

células ao microscópio óptico. 05. C

Com a evolução da tecnologia, novos aparelhos passaram 06. E

a ser empregados no estudo da célula. 07. E

Hoje em dia, são utilizados microscópios informatizados 08. C

e programas que permitem o processamento de imagens 09. E

obtidas, como as representadas na figura a seguir: 10. C

11. A

12. A

13. C

14. A) Os lisossomos são produzidos como vesículas

que se destacam das bolsas (cisternas,

sáculos) do complexo de Golgi.

B) Digestão intracelular.

C) Porque as funções que gastam energia, realizadas pelas organelas celulares, usam energia na forma de ATP, que é produzido, em sua maioria, nas mitocôndrias.

O uso de novas técnicas vem aumentando cada vez mais e possibilitando a descoberta de novas estruturas, com ótimas perspectivas para uma melhor compreensão das doenças e um maior investimento na profilaxia e tratamento das mesmas.

Seção Enem

01. B 02. C

BIOLOGIA MÓDULO FRENTE Respiração celular 08 A e fermentação

Respiração celular e fermentação são processos de obtenção de energia a partir de compostos orgânicos. Isso acontece, por exemplo, com células de alguns micro-organismos, como é o caso do *Clostridium*

Consistem numa série de reações químicas que visam

à *tetani*, bactéria causadora do tétano. degradação ("quebra") de moléculas orgânicas no interior

• **Anaeróbias facultativas –** São capazes de realizar

da célula, com o objetivo de liberar a energia nelas contida.

processo aeróbio e anaeróbio, conforme tenham

Parte dessa energia irradia-se para o meio sob a forma de ou não à sua disposição o O_2. Na presença de O_2,

calor e parte é utilizada na síntese de moléculas de ATP,

nas quais fica armazenada até ser utilizada numa atividade. realizam o processo aeróbio; na ausência de O_2, passam

a obter energia por processo anaeróbio. Isso é feito, por

Assim, o objetivo da respiração celular e da fermentação é

exemplo, por nossas células musculares esqueléticas.

a síntese de moléculas de ATP.

Composto orgânico

RESPIRAÇÃO AERÓBIA

(Ex.: Glicose)

No metabolismo celular, normalmente, a respiração

Calor aeróbia é feita a partir da glicose. Trata-se de uma reação $ADP + P_i \rightarrow ATP$

exergônica que pode ser representada de forma simplificada

através da seguinte equação química:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{Energia}$$

Energia

Os compostos orgânicos utilizados no processo de obtenção de

energia estão representados principalmente pelos carboidratos, A glicose ($C_6H_{12}O_6$), utilizada como reagente, pode ser *notadamente a glicose. No entanto, na carência de carboidratos,* obtida através da alimentação, no caso de organismo *as células passam a utilizar lipídios e, na falta destes, chegam a* heterótrofo, ou, então, é produzida dentro da própria célula, *lançar mão das proteínas para obtenção de energia.* através da fotossíntese ou da quimiossíntese, no caso de o

O O_2 pode participar ou não como um dos reagentes dessas organismo ser autótrofo.

reações que visam à obtenção de energia. Quando o O_2 O oxigênio (O_2), que também é um reagente da

respiração $_2$ participa, diz-se que o processo é aeróbio (aeróbico); quando aeróbia, normalmente é proveniente do meio ambiente,

não há participação do O , o processo é dito anaeróbio $_2$ podendo, dependendo da espécie, ser retirado da atmosfera,

(anaeróbico). A respiração pode ser aeróbia ou anaeróbia, da água (O que se encontra dissolvido entre as moléculas de $_2$ já a fermentação é um processo anaeróbio. água dos rios, mares, lagos, etc.) e mesmo do solo.

Existem células que só realizam processo aeróbio; outras O gás carbônico ou dióxido de carbono (CO) é um dos $_2$

que só realizam o processo anaeróbio; e, ainda, existem produtos finais da reação. Em altas concentrações no interior

aquelas que podem realizar as duas modalidades. Assim, do organismo, torna-se uma substância prejudicial e tóxica

podemos classificar as células em: para as células, uma vez que é um óxido ácido. Assim, quanto

maior a sua concentração num meio, mais ácido esse meio

• **Aeróbias estritas –** Só realizam o processo aeróbio.

Na ausência de O , morrem. A maioria das células do $_2$

se torna. Essa acidificação excessiva pode levar à morte das

nosso corpo está incluída nessa categoria. células. Por isso, o CO formado nas reações da respiração $_2$

aeróbia, normalmente, é eliminado para o meio ambiente.

• **Anaeróbias estritas ou obrigatórias –** Na respiração aeróbia, portanto, há, normalmente, uma

Só realizam o processo anaeróbio. A presença do troca de gases (absorção de O e eliminação do CO) entre o $_2$ $_2$ O , inclusive, lhes é prejudicial, chegando a matá-las. $_2$ organismo e o meio ambiente.

no próprio metabolismo celular, como também pode ser A água (H O), outro produto da reação, pode ser utilizada $_2$ **Glicose** eliminada por meio de diferentes processos (transpiração,

por exemplo). Glicólise

Quanto à energia liberada pela reação, parte dela é perdida Ácido pirúvico Ácido pirúvico

para o meio sob a forma de calor, e parte é utilizada

na NAD NAD fosforilação de moléculas de ADP para a fabricação de ATP, H_2 H CO_2 CO $_{22}$

conforme mostra o esquema a seguir: NADH NADH $_{22}$

Ácido acetil CoA Ácido acetil CoA

Energia

As moléculas de CO liberadas dessas reações são eliminadas $_2$

ADP + P ATP *para o meio extracelular e, posteriormente, liberadas no meio* $_i$

ambiente. Os H liberados são captados por moléculas de $_2$

subdividida em três etapas básicas: glicólise, ciclo de Krebs A respiração aeróbia feita a partir da glicose pode ser *NAD, formando NADH que, por sua vez, irão para a cadeia* $_2$ *respiratória. Cada molécula de ácido acético liga-se à coenzima A, formando um composto conhecido por acetil CoA que irá para* e cadeia respiratória. *o ciclo de Krebs.*

Glicólise Ciclo de Krebs

Ocorre no hialoplasma das células e consiste numa O radical acetil do ácido acético desliga-se da coenzima A

sequência de reações que tem como finalidade "quebrar" e reage com o ácido oxalacético (um

composto que tem

ou decompor a molécula de glicose (que possui 6 carbonos) 4 carbonos na molécula), formando o ácido cítrico (com 6

em duas moléculas menores (cada uma com 3 carbonos) carbonos na molécula). Assim, o ácido cítrico é o primeiro

de uma substância denominada ácido pirúvico (piruvato). composto formado nessa etapa e, por isso, o ciclo de Krebs

De forma mais simples, podemos resumir a glicólise da é conhecido também por ciclo do ácido cítrico. No quadro a

seguinte maneira: seguir, temos uma representação esquemática e resumida

do ciclo de Krebs.

Glicose

4 ADP + 4P_i 2 ATP Acetil CoA 4 ATP 2 ADP + 2P_i Acetil Coenzima A

NAD H_2 Ácido Ácido cítrico H_2 oxalacético 4C NAD

NADH NADH 22 Ciclo de Krebs CO NADH2 2

Ácido pirúvico FADH NADH **Ácido pirúvico**2 2

Glicólise *– O esquema mostra resumidamente que as reações* 4C 5C *da glicólise consomem 2 ATP, liberam hidrogênios com a*

consequente formação de 2NADH2 (2NADH + H+), liberam energia que é utilizada para a síntese de 4 ATP e formam duas

moléculas de ácido pirúvico. O NAD ou NAD+ (nicotinamida ATP *adenina dinucleotídeo) é um transportador de hidrogênios.* CO NADH 22 *Ao receber hidrogênios, o NAD passa para a sua forma reduzida*

NADH + H ***Ciclo de Krebs*** *– O esquema do ciclo de Krebs representado + que, por comodidade didática, muitos autores*

preferem representar por NADH anteriormente mostra que, em cada volta do ciclo, ocorrem os 2 ou NAD.2H). Embora a oxidação

e a redução sejam definidas para perda e ganho de elétrons, seguintes fenômenos: o ácido cítrico é degradado sucessivamente

podemos também usar esses termos quando são ganhos ou em compostos com 5 e 4 carbonos, até reconstituir o ácido

perdidos átomos de hidrogênio, porque as transferências de oxalacético; liberação de 2CO (descarboxilação) que, normalmente, 2 átomos de hidrogênio envolvem transferência de elétrons serão eliminados para o meio extracelular e, posteriormente, para

(H = H+ + e–). Os NADH2 formados na glicólise irão para a o meio ambiente; liberação de energia que permitirá diretamente

cadeia respiratória. a síntese de um ATP e liberação de 4H (desidrogenação). Destes, 2

Após a glicólise, cada molécula de ácido pirúvico

3H são captados por moléculas de NAD, formando 3NADH , e o 2 2

sofre descarboxilação (saída de CO *outro H liga-se a uma molécula de FAD, formando um FADH .* $_2$ $_2$, devido à ação das $_2$ *O FAD (flavina adenina dinucleotídeo), assim como o NAD, é um* enzimas descarboxilases), e desidrogenação (saída de H), $_2$ *aceptor e transportador de hidrogênios. Os NADH e o FADH* $_2$ $_2$ transformando-se em ácido acético (composto com apenas *formados durante as reações do ciclo de Krebs também irão para*

dois carbonos na molécula). *a cadeia respiratória.*

Cadeia respiratória

A cadeia respiratória, que nas células eucariotas é realizada na membrana interna da mitocôndria, tem início a partir dos

NADH e dos FADH produzidos nas etapas anteriores da respiração celular. Nela, ocorre síntese de água, transporte de elétrons $_2$ $_2$

através de uma cadeia de substâncias (cadeia transportadora de elétrons) e bomba de prótons (H_+) com consequente síntese de ATP. A cadeia transportadora de elétrons é um conjunto de reações de oxirredução que envolve a participação de quatro complexos proteicos (I, II, III e IV) e de duas moléculas conectoras móveis: a ubiquinona (coenzima

Q) e o citocromo C. A bomba de prótons é um mecanismo de transporte ativo que transfere íons H^+ da matriz mitocondrial para o espaço intermembrana (espaço existente entre a membrana externa e a membrana interna da mitocôndria). A ilustração a seguir mostra de forma simplificada os principais fenômenos da cadeia respiratória.

CITOSOL

H+ + H + H H+ H+ + + + + H H + H H H + H

Complexo I Citocromo C Complexo ATP-Sintase Ubiquinona IV

Complexo e- H+ Complexo

na II III e - H + H+ H + FADH ra 2

na na H+ H+ H + FAD H+ ra ra + BIOLOGIA H ADP + P ½O i 2 ATP

Memb externa Espaço intermemb Memb interna NADH 2 **MATRIZ MITOCONDRIAL** H2O H+ NAD

A cadeia respiratória *– A oxidação dos NADH + – + 2 (NADH → → 2 NAD + 2H + 2e) e a dos FADH 2 (FADH 2 FAD + 2H + 2e–) liberam elétrons e prótons. Os elétrons provenientes da oxidação dos NADH2 são recebidos pelo complexo I no começo da cadeia respiratória, enquanto aqueles provenientes dos FADH 2 são recebidos pelo complexo II. Desses receptores (I e II), os elétrons são transferidos para a ubiquinona, de onde são repassados para o complexo III e daí para o citocromo C. Do citocromo C, eles são enviados para o complexo IV, que, então, os entrega ao O2, que se combina com íons H+, formando água (H2O). O oxigênio, portanto, é o receptor final dos elétrons na cadeia transportadora. Nesse processo de transferência de elétrons dos NADH2 e dos FADH2 até o O2, há, gradativamente, liberação de energia. Parte dessa energia é dissipada sob a forma de calor e parte é utilizada para bombear prótons (H+) da matriz mitocondrial para o espaço existente entre as membranas mitocondriais. Portanto, à medida que os elétrons passam pela cadeia transportadora, os prótons são bombeados para o espaço intermembrana. O acúmulo de íons H+ nesse espaço cria um gradiente de concentração de prótons: concentração alta de H+ no espaço intermembrana e concentração baixa de H+ na matriz mitocondrial. Devido à carga positiva nos prótons (H+), estabelece-se também uma diferença na carga elétrica: a matriz mitocondrial torna-se mais negativa que o espaço intermembrana. Juntos, o gradiente de concentração de prótons e a diferença de carga constituem uma fonte de energia potencial denominada força motora de prótons. Essa força aciona o retorno de prótons para a matriz mitocondrial, através de um canal específico de prótons formado por um complexo proteico denominado ATP-sintase (ATP-sintetase). Ao passar por esse complexo proteico, ocorre liberação de energia, que é, então, utilizada para fosforilar o ADP, ou seja, acrescentar um fosfato ao ADP, transformando-o em ATP. O complexo ATP-sintase "extrai" energia química dos íons H+ para sintetizar ATP. Essa fosforilação que ocorre na cadeia respiratória é conhecida por fosforilação oxidativa.*

As reações da cadeia respiratória são de oxirredução, isto é, reações que envolvem perda e ganho de hidrogênios e de elétrons.

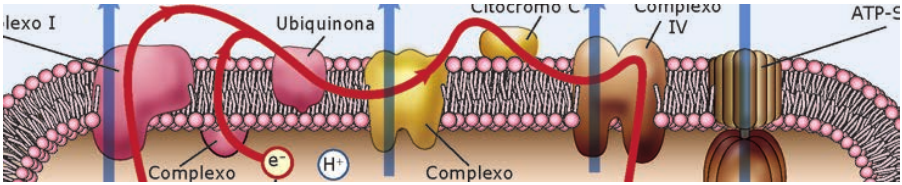
Para os químicos, uma substância que perde elétrons

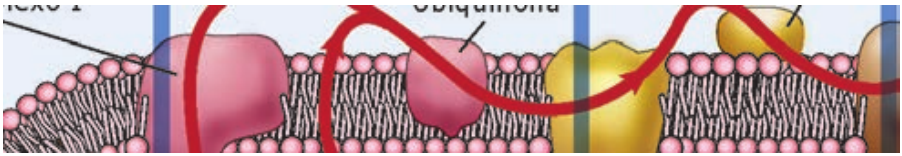
ou hidrogênios fica oxidada. Quando ganha elétrons ou hidrogênios, fica reduzida. A glicose e seus subprodutos, por exemplo, ao perderem hidrogênios para os NAD, estão sofrendo oxidação. Por isso,

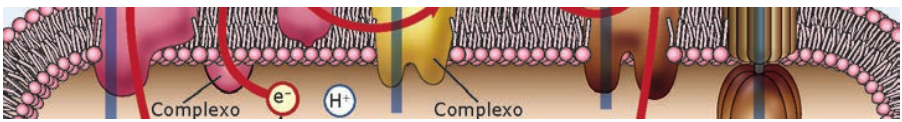
fala-se que durante a respiração ocorre oxidação da glicose. Por outro lado, os NAD, ao receberem hidrogênios transformando-se em

NADH , estão sofrendo redução. Todos os componentes da cadeia respiratória, ao receberem elétrons, reduzem-se e, ao cedê-los 2

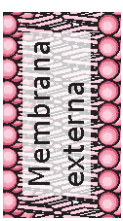
para a substância seguinte, tornam a se oxidar. Assim, na respiração celular, a todo momento ocorrem reações de oxidação e de redução.


lexo I
Ubiquinona
Citocromo C
Complexo
IV
ATP-S
Complexo
e⁻
H⁺
Complexo




Complexo
e⁻
H⁺
Complexo


Membrana
interna


Membrana
externa

Frente A Módulo 08

O objetivo da respiração celular é a produção de ATP. A respiração aeróbia, não importando se feita a partir

A produção líquida ou saldo energético (em moléculas de de glicídio, lipídio ou proteína, necessita de O para sua $_2$ ATP) por glicose pode chegar a 32 ATP, dependendo do tipo realização, e, no decorrer das reações, há a produção de CO . $_2$

de célula. Veja o quadro a seguir: A relação existente entre a quantidade de moléculas de CO $_2$

liberadas durante a reação e a quantidade de moléculas de O $_2$

Saldo energético da respiração aeróbica / glicose

consumidas denomina-se **quociente respiratório (Q.R.)**.

Veja os exemplos a seguir:

São produzidos 4 ATP, mas, como são

Glicólise gastos 2 ATP, há saldo positivo de 2 ATP. CO liberado

Q R . . = 2

O c onsumido 2

Cada ciclo produz 1 ATP. Como são 2 ciclos

Ciclo de Krebs

por glicose, o saldo é de 2 ATP.

• ***Q.R. da glicose ($C_6H_{12}O_6$): $C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O$ Q.R. = 6/6 = 1***

Cada NADH 2 proporciona a síntese de 2,5 ATP. Como são 10 NADH 2 por glicose, • ***Q.R. do ácido esteárico ($C_{18}H_{36}O_2$): $C_{18}H_{36}O_2 + 26\ O_2$ →***

Cadeia a partir deles são produzidos 25 ATP. ***$18\ CO_2 + 18\ H_2O$***

respiratória Cada FADH proporciona a síntese de 2 ***Q.R. = 18/26 = 0,69*** 1,5 ATP. Como são 2 FADH por glicose, 2

a partir deles são produzidos 3 ATP. *Os exemplos anteriores mostram que o Q.R. é diferente para*

cada tipo de substância. O ácido esteárico, por exemplo, requer

muito mais oxigênio para sua oxidação do que a glicose.

Saldo total → 2 ATP + 2 ATP + 25 ATP + 3 ATP = 32 ATP

O consumo de O está diretamente relacionado às 2

atividades metabólicas. Assim, uma das maneiras de se

Existem células em que a membrana interna da

mitocôndria é impermeável ao NADH . Nessas células, a $_2$ do consumo de O avaliar a taxa metabólica de um organismo aeróbio é através passagem para o interior da mitocôndria dos hidrogênios

$_2$ feito por esse organismo num determinado

transportados pelos 2NADH , produzidos no citosol durante $_2$ metabólica, mais intensamente se faz a respiração celular e, intervalo de tempo: quanto mais intensa a atividade

cada um desses NADH consequentemente, maior será o consumo de O . $_2$. Nessas células, portanto, o saldo a glicólise, requer gasto de energia, sendo gasto 1 ATP para

$_2$

energético / glicose é de 30 ATP (32 – 2 = 30 ATP). Animais lentos e animais que vivem fixos a substratos têm,

em geral, taxas metabólicas menores do que animais mais

Para realizar a respiração aeróbica, a glicose é o ativos. As taxas de consumo de O nos celenterados sésseis $_2$

“combustível” preferido pela célula. Mas não é o único.

(fixos), por exemplo, são relativamente baixas, enquanto,

Na falta de glicose, a célula lança mão dos lipídios e, caso

nos mamíferos e nos insetos voadores, são mais elevadas.

haja necessidade, até das proteínas. Isso é possível porque

a substância acetil CoA, formada na respiração aeróbica, As taxas metabólicas variam também num mesmo

também pode ser produzida a partir de outros compostos indivíduo, dependendo da idade, das atividades realizadas,

orgânicos, como ácidos graxos, glicerol e aminoácidos. do estado nutricional e da hora do dia. Por exemplo: quando

Portanto, tanto os carboidratos como os lipídios e as o animal realiza um trabalho muscular intenso, consome

proteínas podem originar o acetil CoA através de diferentes muito mais O do que quando está em repouso. Um mamífero $_2$ vias metabólicas. O acetil CoA, independentemente correndo usa entre 5 e 20 vezes mais O por minuto do que $_2$ de onde provém, seguirá o mesmo caminho, ou quando está parado. Insetos durante o voo consomem cerca

seja, entrará no ciclo de Krebs, conforme mostra o de 100 vezes mais oxigênio do que quando estão no chão.

esquema a seguir:

Há também uma diferença quando comparamos

animais

pecilotermos (poiquilotermos) com os homeotermos.

Glicerídeos Glicídeos Proteínas Os pecilotermos, também conhecidos por animais de

“sangue frio”, possuem metabolismo mais baixo do que os

Ácidos graxos homeotermos. Contudo, nos homeotermos, a taxa metabólica Glicerol Aminoácidos varia na razão inversa ao tamanho ou à massa corporal.

Ácido pirúvico pequenos. Num animal pequeno, a superfície do corpo é Animais grandes têm menor taxa metabólica do que animais

Acetil CoA grande em relação ao seu volume e, dessa forma, a perda

Ciclo pequenos têm necessidade de maior consumo de alimento de calor pela pele é relativamente maior. Por isso, os animais

de

Krebs por grama de peso que animais maiores. Um elefante, por

exemplo, tem menor taxa metabólica do que um rato.

Respiração celular e fermentação

O gráfico a seguir mostra a relação entre a taxa metabólica FERMENTAÇÃO

e o peso corporal de alguns animais homeotermos.

Assim como a respiração anaeróbia, a fermentação

Taxa também é um processo anaeróbico (ausência de O) de $_2$ metabólica obtenção de energia, feito a partir de compostos orgânicos,

Rato em especial a glicose. Na fermentação biológica, entretanto,

Coelho não há cadeia respiratória e os aceptores finais dos íons

Cão hidrogênio não são substâncias inorgânicas, e sim compostos

Homem orgânicos resultantes da própria reação.

Boi Conforme a natureza química dos produtos orgânicos

Elefante formados ao final das reações, a fermentação pode ser

classificada em diferentes tipos: alcoólica, láctica, acética,

butírica, etc. Vejamos os dois tipos mais conhecidos de

Peso corporal
fermentação: **alcoólica** e
láctica.

Taxa metabólica x peso corporal Fermentação alcoólica

RESPIRAÇÃO ANAERÓBIA Esse tipo de fermentação tem o álcool etílico como produto orgânico final. Nela, a glicose sofre glicólise, originando duas

moléculas de ácido pirúvico, tal como acontece na respiração.

A respiração anaeróbia é realizada por seres vivos

que conseguem sobreviver na total ausência de O . 2 (desidrogenação), que são captados por moléculas de NAD, Durante essa glicólise, ocorre saída de hidrogênios

Evidentemente, esses seres também precisam de energia formando, então, moléculas de NADH . Nessa glicólise, 2

para suas atividades biológicas. Neles, a energia também

à semelhança da que acontece na respiração, há consumo

é obtida através da oxidação de moléculas orgânicas, de 2 ATP e liberação de energia suficiente para produção de

principalmemte a glicose. Nessas oxidações, conforme 4 ATP. Há, portanto, um saldo energético positivo de 2 ATP

vimos, há liberação de elétrons e íons hidrogênio (H^+). (4 ATP produzidos – 2 ATP gastos = 2 ATP).

Como nas células dos anaeróbios não existe O para receber, $_2$ Cada ácido pirúvico resultante da glicólise sofre no final da cadeia respiratória, os elétrons e combinar com descarboxilação (liberação de CO), originando moléculas de $_2$ BIOLOGIA os íons H^+ liberados para neutralizá-los, poderíamos pensar aldeído acético. O CO é eliminado no meio extracelular e o que nessas células ocorre uma intensa acidificação, o que $_2$ aldeído acético recebe os hidrogênios do NADH . Ao receber $_2$ se tornaria um grande perigo para o metabolismo celular. esses hidrogênios, o aldeído acético se converte em álcool Isso, entretanto, não ocorre. Na respiração anaeróbia, etílico que, por sua vez, também será eliminado no meio

alguma substância inorgânica, diferente do O , funciona $_2$ extracelular. Veja o esquema a seguir: como receptor final dos elétrons e dos íons hidrogênio,

neutralizando-os e evitando, assim, a acidose da célula.

Glicose

Algumas bactérias, por exemplo, fazem a degradação de

compostos orgânicos à semelhança do que vimos na respiração 2 ATP 4 ATP aeróbia e usam, como aceptores finais dos íons H^+ e dos NADH NAD H H NAD elétrons, compostos inorgânicos, tais como nitratos, sulfatos $_{2\,2\,2}$ $NADH_2$ ou carbonatos. Dessa forma, os íons H^+ são neutralizados, evitando a acidose do meio intracelular, conforme mostra o

exemplo a seguir: NAD Ácido pirúvico Ácido pirúvico NAD

$$10H^+ + 10\,e^- + 2HNO\ N + 6H_{0\,3} \rightarrow O_{2\,2}$$
$$CO\ CO_{22}$$

No exemplo anterior, os 10 íons hidrogênio e os 10 elétrons

resultantes das oxidações de moléculas orgânicas são recebidos Aldeído Aldeído H H *por moléculas de nitrato (*$HNO_{22\,3}$*) provenientes do meio* acético acético *extracelular. Dessa reação, surge o nitrogênio livre (*N_2*), que se difunde para a atmosfera, e moléculas de água. Nesse exemplo*

dos elétrons e dos íons hidrogênio. Álcool Álcool etílico *de respiração anaeróbia, o nitrato funciona como aceptor final* etílico

uma cadeia de aceptores de elétrons na qual é

produzido ATP. ***Fermentação alcoólica*** *– Observe que, na fermentação alcoólica, são produzidos 4 ATP a partir da glicose, mas, como* Na respiração anaeróbia, assim como na aeróbia, existe

A diferença entre os dois tipos fica por conta do último

são gastos 2 ATP durante a glicólise, o saldo energético é de

receptor dos elétrons e dos hidrogênios da cadeia: oxigênio, *apenas 2 ATP. Logo, uma boa parte da energia acumulada na*

na respiração aeróbia, e outra substância inorgânica, *glicose permanece no álcool, o que justifica o fato de ele ser*

na respiração anaeróbia. *um excelente combustível.*

Frente A Módulo 08

Conforme vimos no esquema anterior, os produtos finais da Em nossos músculos esqueléticos, em situação de intensa

fermentação alcoólica são o álcool etílico e o gás carbônico. atividade, pode não haver uma disponibilidade adequada

A fermentação alcoólica é realizada por algumas espécies de O para promover a respiração aeróbia. Nesse caso, $_2$

as células musculares passam a realizar a fermentação

de fungos (conhecidos por levedos ou leveduras), por láctica. Entretanto, o acúmulo de ácido láctico nessas células

algumas espécies de bactérias e até por células de vegetais provoca fadiga muscular, com dor intensa, o que pode

superiores (algumas sementes em processo de germinação, causar a paralisação da atividade muscular. A fermentação

por exemplo, embora respirem aerobicamente em ambientes láctica, portanto, pode ocorrer eventualmente nas células

contendo O_2, também podem obter energia realizando a musculares, bastando, para isso, que os músculos sejam

fermentação alcoólica quando falta esse gás). excessivamente solicitados e que o suprimento de oxigênio

Um bom exemplo de ser vivo realizador desse tipo de $^+$ oferecido pelo sangue não satisfaça às necessidades

fermentação é o fungo *Saccharomyces cerevisiae*, muito celulares. Nessa circunstância, os íons H começam a

acumular-se nas células e, então, o ácido pirúvico passa a

utilizado na fabricação da cerveja e de outras bebidas

alcoólicas e, por isso, conhecido por levedura da cerveja. atuar como receptor final desses íons, transformando-se

em ácido láctico. A presença do ácido láctico nas células

Espécies do gênero *Saccharomyces* também são utilizadas

na fabricação de pães, bolos e biscoitos. Essas leveduras musculares causa aquela sensação de dor muscular

característica da fadiga ou câimbra.

também são conhecidas por fermentos biológicos (fermento

“de pão”, por exemplo). Na fabricação de pães e bolos, Tanto na fermentação láctica como na alcoólica há um saldo

durante o preparo e cozimento da massa, o álcool escapa, energético de 2 ATP / glicose. Logo, o processo da fermentação

enquanto o CO forma bolhas em meio à massa, estufando-a $_2$ apresenta um rendimento energético bem inferior ao da

e promovendo o seu crescimento. respiração aeróbia.

Fermentação láctica EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

Esse tipo de fermentação tem como produto orgânico final **01.** (FMABC-SP) Na respiração celular, o oxigênio (O)

o ácido láctico. Veja o esquema a seguir: 2

intervém

Glicose A) somente na glicólise.

B) somente no ciclo de Krebs.

2 ATP C) somente como aceptor final de hidrogênio.

4 ATP D) na glicólise e como aceptor final de hidrogênio.

NADH NAD 2 H_2 H NAD 2 $NADH_2$ E) na glicólise e no ciclo de Krebs.

NAD NAD **02.** (PUC-SP) Observe o esquema a seguir:

H Ácido pirúvico Glicogênio Glicose Ácido pirúvico 2 H 2

Substância I Aminoácido

Ácido láctico Ácido láctico

Fermentação láctica *– Nessa fermentação, a glicose sofre* Substância II Ácidos graxos *glicólise, formando ácido pirúvico, exatamente como*

acontece na

fermentação alcoólica e na respiração. Entretanto, o aceptor final Substância III

do NADH Krebs *, o ácido pirúvico transforma-se em ácido láctico. Nessa* 2 Aminoácido *dos hidrogênios é o próprio ácido pirúvico. Ao receber os hidrogênios* Ciclo de *fermentação, não há descarboxilação (liberação de* CO_2*).*

A fermentação láctica é realizada por algumas espécies de ATP

micro-organismos (bactérias, fungos, protozoários) e, também,

por alguns tecidos animais, como o tecido muscular. Pela análise do esquema, prevê-se que a energia pode

ser obtida por um organismo

Algumas bactérias do gênero *Lactobacillus*, por exemplo,

são muito utilizadas pela indústria de laticínios na fabricação A) somente a partir de açúcares.

de coalhadas, iogurtes, queijos e outros derivados do leite. B) somente a partir de proteínas. Essas bactérias promovem o desdobramento do açúcar do

leite (lactose) e realizam a fermentação láctica, liberando C) somente a partir de gorduras. o ácido láctico no meio. O acúmulo do ácido láctico no leite D) a partir de açúcares, proteínas e gorduras. torna-o “azedo”. E) a partir de substâncias inorgânicas.

Respiração celular e fermentação

03. (UFMG) Todos os processos indicados são característicos **02.** (UEL-PR–2010) Analise o esquema da respiração celular em

da respiração aeróbica, **EXCETO** eucariotos a seguir:

A) consumo da glicose.

B) formação de ácido pirúvico. CO_2 Glicose Etapa

C) produção de álcool. Ácido Etapa B pirúvico A CO_2

D) produção de ATP. H_2 Etapa ATP ATP E) produção de gás carbônico.C O_2

04. ATP (Cesgranrio) No exercício muscular intenso, torna-se H O_2

insuficiente o suprimento de oxigênio. A liberação

de energia pelas células processa-se, dessa forma, LOPES, Sônia. *Bio 1*, São Paulo: Ed. Saraiva, 1992, p. 98. (Adaptação).

em condições relativas de anaerobiose, a partir da glicose.

Com base nas informações contidas no esquema e nos

O produto **PRINCIPAL** acumulado nessas condições é o

conhecimentos sobre respiração celular, considere as

A) ácido pirúvico. afirmativas a seguir:

B) ácido láctico.

I. A glicose é totalmente degradada durante a etapa A

C) ácido acetoacético. que ocorre na matriz mitocondrial.

D) etanol.

II. A etapa B ocorre no hialoplasma da célula e produz

E) ácido cítrico. menor quantidade de ATP que a etapa A.

05. (PUC Minas) Considere o esquema a seguir, referente ao III. A etapa C ocorre nas cristas mitocondriais e produz

processo respiratório de uma célula eucariota: maior quantidade de ATP que a etapa B.

G C. IV. O processo anaeróbico que ocorre no hialoplasma Cadeia licose → Ác. pirúvico → Acetil CoA → Krebs → corresponde à etapa A. respiratória

I II III IV V BIOLOGIA

Assinale a alternativa **CORRETA.**

Assinale a afirmativa **INCORRETA**.

A) Para que I se transforme em II, é necessário o gasto A) Somente as afirmativas I e II são corretas.

de ATP. B) Somente as afirmativas I e III são corretas.

B) As fases I e II ocorrem fora da mitocôndria. C) Somente as afirmativas III e IV são corretas.

C) Na conversão de II para III, não há produção local

D) Somente as afirmativas I, II e IV são corretas.

de ATP.

D) Em IV ocorre liberação de CO E) Somente as afirmativas II, III e

IV são corretas. e formação local de ATP. 2

E) Em V há quebra da molécula de água, com liberação

de oxigênio. **03.** (PUC Minas) Observe com atenção o esquema a seguir:

EXERCÍCIOS PROPOSTOS Glicose Ciclo de Krebs 3

2

01. (PUC Minas) Leia atentamente os seguintes itens:

1. Uso de ATP. 1

2. Transportadores de hidrogênios.

3. Produção de ATP. Ácidos Cadeia 4 pirúvicos respiratória

4. Saída de CO_2.

5. Transporte de elétrons. É **FALSO** afirmar que

Ocorrem no ciclo de Krebs A) há produção de ATP em 1, 3 e 4.

A) 1, 2, 3.

B) fosforilações oxidativas ocorrem em 4.

B) 1, 3, 4.

C) o processo 1 ocorre em anaerobiose.

C) 1, 4, 5.

D) 2, 3, 4. D) há saída de CO em 1, 2, 3 e 4. 2

E) 3, 4, 5. E) há transportadores de hidrogênios em 1, 2 e 3.

Frente A Módulo 08

04. (UFMG) Analise o experimento. **06.** (UFMG)

Ar

1 2

Precipitado de

carbonato de cálcio

observado ao final

Ba(OH) Ba(OH) do experimento $_{2}$ $_{2}$ Ba(OH) $_{2}$ Ba(OH) $_{2}$ Água de cal

Frasco com sementes O esquema representa uma montagem para se

Ba(OH) demonstrar a fermentação em leveduras. + CO BaCO + H O $_{2}$ $_{2}$ $_{3}$ $_{2}$

Ao final desse experimento, observa-se a formação de

Hidróxido de bário um precipitado no frasco 2, como indicado. Carbonato de bário

(Solução) (Precipitado branco) Para que tal processo ocorra, é suficiente que o frasco 1

contenha, além da levedura,

Com relação aos eventos indicados pelos números I, A) glicose e oxigênio.

II, III e IV, todas as afirmativas estão corretas, **EXCETO** B) gás carbônico e oxigênio.

A) A quantidade de CO_2 C) glicose e gás carbônico. retida no frasco III será menor D) glicose. do que aquela do frasco II.

B) A taxa de CO_2 produzido pelas sementes pode ser E) oxigênio.

calculada pesando-se a quantidade de carbonato de **07.** (FUVEST-SP) A fabricação de vinho e de pão depende bário nos frascos III e IV.

de produtos liberados pelas leveduras durante sua

C) O CO_2 proveniente do ar fica retido na solução de atividade fermentativa. Quais os produtos que interessam

$Ba(OH)_2$ nos frascos I e II. mais diretamente à fabricação do vinho e do pão,

D) O frasco III recebe o CO_2 proveniente da respiração respectivamente?

das sementes. A) Álcool etílico e gás carbônico.

E) O oxigênio penetra no frasco que contém as sementes B) Gás carbônico e ácido láctico.

depois de passar pelos frascos I e II.

C) Ácido acético e ácido láctico.

05. D) Álcool etílico e ácido acético. (UEFS-BA) A tabela a seguir apresenta o consumo de

oxigênio de diversos animais. E) Ácido láctico e álcool etílico.

Animal Consumo de O_2 (mL/g/h) 08.

(UFMG) Na fabricação de iogurtes e coalhadas, utilizam-se

Camundongo "iscas", isto é, colônias de micro-organismos que realizam 1 580

a fermenta do leite.

Rato 872

Coelho Em relação a esse processo, é **CORRETO** afirmar que 466

Cachorro A) consiste em respiração aeróbica.

B) é realizado por vírus anaeróbicos lácticos.

Homem 202

C) resulta da liberação de ácido láctico e energia.

Cavalo 106

D) resulta na formação de ácido acético e CO_2.

Elefante 67

A análise da tabela permite afirmar que o consumo de **09.** (FUVEST-SP) Em uma situação experimental, camundongos

respiram ar contendo gás oxigênio constituído de isótopo $_{18}O$.

oxigênio

A análise de células desses animais deverá detectar a

A) é diretamente proporcional ao volume do animal. presença de isótopo $_{18}O$, primeiramente,

B) não depende do tamanho do animal. A) no ATP.

C) é grande em animais grandes e pequeno em animais B) na glicose.

pequenos. C) no NADH.

D) depende apenas do tipo de vida do animal. D) no gás carbônico.

E) é inversamente proporcional ao peso do animal. E) na água.

22 Coleção Estudo

Respiração celular e fermentação

10. (PUC RS) Nos processos químicos que têm lugar na Baseando-se no esquema e em seus conhecimentos sobre

respiração aeróbia, há produção de íons hidrogênio que, o assunto, assinale a afirmativa **INCORRETA**.

se acumulados, podem levar a célula a uma acidose, o que A) A respiração aeróbia, representada em 1, não é

seria extremamente perigoso. Para evitar esse evento, o único meio de que os organismos heterótrofos

é que intervém ativamente dispõem para produzir energia.

B) Um mesmo tipo de nutriente não poderia ser utilizado

A) o dióxido de carbono. nos processos 1 e 2.

B) o oxigênio. C) 2 sugere a utilização de alguns dos nutrientes

C) a glicose. assimilados, para a síntese de novas substâncias.

D) o ácido pirúvico. D) Em 3 está evidenciada a necessidade de energia para

a realização de trabalho celular.

E) o monóxido de carbono.

E) Enzimas podem estar envolvidas nos processos

1,
2
e
3.

11. (UFF-RJ) Dois micro-organismos, X e Y, mantidos em

meio de cultura sob condições adequadas, receberam

13. (FUVEST-SP) Há um século, Louis Pasteur, investigando

a mesma quantidade de glicose como único substrato o metabolismo do levedo, um organismo anaeróbico

energético. Após terem consumido toda a glicose facultativo, observou que, em solução de água e açúcar,

recebida, verificou-se que o micro-organismo X produziu esse micro-

organismo se multiplicava. Observou também

três vezes mais CO que a multiplicação era maior quando a solução era aerada. $_2$ do que o Y.

Considerando-se essas informações, conclui-se ter A) **EXPLIQUE** a importância do açúcar para o levedo.

ocorrido B) **JUSTIFIQUE** a diferença de crescimento nas

A) fermentação alcoólica no micro-organismo X. condições aeróbica e anaeróbica.

B) fermentação láctica no micro-organismo X. **14.** (Unicamp-SP) Uma solução feita com 2 g de fermento

C) respiração aeróbica no micro-organismo Y. *Fleischmann*, 3 g de açúcar e 150 mL de água é colocada

D) fermentação alcoólica no micro-organismo Y. em 2 tubos de ensaio, cada um tampado na parte superior BIOLOGIA

E) fermentação láctica no micro-organismo Y. $_o$ com uma bexiga de borracha ("balão de aniversário") vazia.

Um desses tubos é colocado na estufa (a 30 C) e o outro na geladeira (a 5-10 $_o$C) durante, aproximadamente, 6

12. (PUC Minas) Analise o esquema a seguir: horas. O que deverá acontecer com cada uma dessas

bexigas? Por quê? Qual o processo bioquímico envolvido?

Nutriente

15. (FEAPA-PA) A respiração celular a nível intracelular é o

processo de obtenção de energia através da degradação

de um substrato e que ocorre em várias etapas. Essa

degradação pode ainda se realizar na presença ou não de

oxigênio. O esquema a seguir representa uma das etapas

Anabolismo Catabolismo

desse processo; observe-o e responda:

ATP ADP

1

$2\ CO + H\ O\ 2C\ H\ O_{2\ 2\ 3\ 4\ 3}$

Energia

$NADH_2$

A) Qual a etapa em foco?

B) Em que região da célula ocorre essa etapa?

Crescimento, C) Em que consiste a referida etapa? 3

regeneração e D) Para essa etapa se faz necessário o oxigênio?
produção de Transporte ativo, **JUSTIFIQUE** sua resposta.
moléculas contração muscular,

necessárias ao impulso nervoso, E) Quantas moléculas de ATP são produzidas e quantas

metabolismo. secreção glandular. são consumidas nessa etapa?

Frente A Módulo 08

SEÇÃO ENEM Que substâncias poderiam ter a mesma função do O_2 na respiração celular realizada pelos loricíferos?

01. (Enem–2000) No processo de fabricação de pão, os A) S e CH_4

padeiros, após prepararem a massa utilizando fermento B) S e NO_3^- biológico, separam uma porção de massa em forma C) H_2^- e NO_3 de "bola" e a mergulham num recipiente com água,

aguardando que ela suba, como pode ser observado, D) CO_2 e CH_4

respectivamente, em I e II do esquema a seguir. Quando E) H_2 e CO_2

isso acontece, a massa está pronta para ir ao forno.

GABAR

Fixaçã

I II 01. C 02. D 03. C 04. B 05. E

Um professor de Química explicaria esse procedimento Propostos da seguinte maneira:

“A bola de massa torna-se menos densa que o líquido e 01. D 07. A

sobe. A alteração da densidade deve-se à fermentação, 02. C 08. C

processo que pode ser resumido pela equação

03. D 09. E

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2 +$ energia 04. A 10. B

glicose álcool comum gás carbônico” 05. E 11. D

06. D 12. B

Considere as afirmações a seguir:

I. A fermentação dos carboidratos da massa de pão 13. A) O açúcar, uma vez metabolizado pelo levedo,

ocorre de maneira espontânea e não depende da fornecerá a energia necessária para as suas

existência de qualquer organismo vivo. atividades vitais.

II. Durante a fermentação, ocorre produção de gás B) Em condições aeróbicas, o açúcar é degradado

carbônico, que se vai acumulando em cavidades no (metabolizado) por respiração celular, com

interior da massa, o que faz a bola subir. liberação de energia. Em condições anaeróbicas,

III. A fermentação transforma a glicose em álcool. Como o açúcar é degradado por fermentação,

o álcool tem maior densidade do que a água, a bola havendo também liberação de energia, porém

de massa sobe. em quantidade muito menor. Assim, na solução aerada (com oxigênio), a disponibilidade de

Entre as afirmativas, apenas energia para o levedo é maior, e sua taxa de

A) I está correta. reprodução também aumenta. D) II e III estão corretas.

B) II está correta. E) III está correta. 14. A bexiga do tubo submetido à temperatura de

C) I e II estão corretas. 30 ^{o}C deverá, aos poucos, ficar cheia de gás

carbônico, um produto da fermentação alcoólica,

02 que ocorrerá de forma muito mais ativa do que no . (Enem–2010) *Um ambiente capaz de asfixiar todos os*

tubo mantido na geladeira.

animais conhecidos do planeta foi colonizado por pelo

menos três espécies diferentes de invertebrados marinhos. 15. A) Glicólise.

Descobertos a mais de 3 000 m de profundidade no B) Citosol (hialoplasma).

Mediterrâneo, eles são os primeiros membros do reino C) Degradação de uma molécula de glicose em

Animal a prosperar mesmo diante da ausência total de duas de ácido pirúvico.

oxigênio. Até agora, achava-se que só bactérias pudessem D) Não. Essa fase é anaeróbica, ou seja, a

ter esse estilo de vida. Não admira que os bichos pertençam glicose é degradada na ausência de oxigênio

a um grupo pouco conhecido, o dos loricíferos, que mal (O_2).

chegam a 1,0 mm. Apesar do tamanho, possuem cabeça, são consumidas duas, correspondendo a um E) São produzidas quatro moléculas de ATP e

boca, sistema digestivo e uma carapaça. A adaptação dos saldo de duas moléculas de ATP.

bichos à vida no sufoco é tão profunda que suas células

dispensaram as chamadas mitocôndrias. Seção Enem

LOPES, R. J. Italianos descobrem animal que vive em água sem

oxigênio. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br. Acesso 01. B 02. B

em: 10 abr. 2010 (Adaptação).

O sistema endócrino é formado por todas as glândulas Nos mamíferos, a hipófise apresenta duas partes

endócrinas do organismo. bem desenvolvidas: a parte anterior (lobo anterior ou

adeno-hipófise) e a parte posterior (lobo posterior ou

As glândulas endócrinas ou glândulas de secreção interna

neuro-hipófise). Há, ainda, a parte intermediária *(pars*

são produtoras de hormônios. Por isso, o sistema endócrino

intermedia), que, na espécie humana, é muito reduzida.

é também conhecido por sistema hormonal.

Hormônios são substâncias de natureza química

Adeno-hipófise

variável (polipeptídeos, esteroides, etc.) que atuam como

mensageiros bioquímicos, isto é, atuam a distância do local

Corresponde à porção anterior (lobo anterior) da glândula.

onde são produzidos, chegando aos seus “órgãos-alvos”

Produz, armazena e libera, na corrente sanguínea, diversos

através da corrente sanguínea. Os hormônios controlam as

hormônios. Os hormônios da adeno-hipófise que atuam

atividades de órgãos, tecidos, células, bem como a taxa de

sobre outras glândulas e órgãos, estimulando suas atividades

muitas substâncias no organismo.

e desenvolvimento, são chamados genericamente de

No decorrer deste módulo, estudaremos os principais hormônios tróficos.

componentes do nosso sistema endócrino.

Hormônios produzidos pela

HIPÓFISE **adeno-hipófise**

(GLÂNDULA PITUITÁRIA, • Hormônio somatotrófico (STH) ou somatotrofina.

GLÂNDULA-MESTRA) • Hormônio tireotrófico (TSH) ou tireotrofina.

• Hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) ou

Localiza-se numa cavidade (sela túrcica) do osso adrenocorticotrofina.

esfenoide (que forma a base ou assoalho da caixa craniana).

• Hormônios gonadotróficos (gonadotrofinas

Tem, aproximadamente, o tamanho de um grão de ervilha

hipofisárias): FSH (hormônio folículo

e está ligada ao hipotálamo (uma região do encéfalo) pelo

estimulante) e LH (hormônio luteinizante).

infundíbulo, um pedículo de estrutura nervosa.

• Hormônio lactogênico ou prolactina.

A

B C Lobo anterior ou Lobo anterior ou adeno-hipófise
A) Hormônio somatotrófico (STH), **somatotrofina**

adeno-hipófise

ou GH – Estimula todo o crescimento do organismo,

F D atuando, sobretudo, na cartilagem epifisária dos

E ossos longos. É conhecido como o “hormônio do Lobo G anterior ior crescimento”, sendo produzido durante a fase H

de crescimento (infância e adolescência) e, em

menor escala, na fase adulta. A sigla GH origina-se

Lobo do inglês *growth hormone*. A somatotrofina

posterior estimula o fígado e, provavelmente, outros órgãos

a produzirem proteínas chamadas somatomedinas,

Lobo posterior ou que estimulam o crescimento dos ossos e das

neuro-hipófise cartilagens. Esse hormônio tem importante função

anabolizante, ou seja, é responsável pelo aumento da

Localização da hipófise *–* ***a****. cérebro;* ***b****. corpo caloso;*

c*. hipotálamo;* ***d****. hipófise;* ***e****. cerebelo;* ***f****. protuberância;* síntese proteica, pela maior mobilização de gorduras

g*. bulbo;* ***h****. medula raquiana. Em aumento (à direita), a hipófise* para a liberação de mais energia e pela estimulação

com os seus dois lados. do crescimento de músculos e ossos.

Frente B Módulo 07

A produção escassa desse hormônio na infância **D.2) Hormônio luteinizante (LH)** – Nos ovários,

a c a r r e t a o c h a m a d o n a n i s m o h i p o f i s á r i o, promove a ovulação (liberação do “óvulo”)

que se caracteriza pelo pequeno crescimento e

atua no corpo lúteo (corpo amarelo),

do organismo. Por outro lado, a sua produção estimulando a produção de progesterona

excessiva na infância leva a um quadro conhecido (hormônio sexual feminino).

por gigantismo hipofisário, caracterizado pelo Nos testículos, o LH estimula a produção de

crescimento exagerado do organismo. No adulto, testosterona (hormônio sexual masculino)

a produção excessiva do STH leva à acromegalia, pelas chamadas células intersticiais de Leydig.

anomalia que se caracteriza pelo crescimento Por isso, no sexo masculino, o LH também pode

exagerado das extremidades ósseas e cartilaginosas, ser chamado de hormônio estimulante das

células intersticiais (ICSH).

como os ossos dos dedos (mãos e pés), mandíbula

(osso do queixo), etc. Vale lembrar que, no **E) Hormônio lactogênico ou prolactina** – Atuando

adulto, após o desaparecimento das cartilagens sinergicamente com outros hormônios, como a

progesterona e os estrógenos, a prolactina promove

epifisárias, não há mais o crescimento dos ossos

o crescimento e o funcionamento das glândulas

em comprimento. Assim, o excesso de STH acaba mamárias, estimulando-as a produzir leite. Sua

estimulando o crescimento dos ossos em largura, produção acentua-se no final da gestação, aumenta

que se tornam, então, mais grossos. Dessa forma, após o parto e persiste enquanto durar o estímulo

os ossos da face (ossos do nariz, mandíbula, da sucção. Os homens normalmente têm níveis

etc.) se alargam, chegando, às vezes, a modificar baixos de prolactina, mas, quando afetados por

certas doenças, esses níveis podem aumentar,

completamente a fisionomia da pessoa.

como no caso de um tipo de tumor benigno

chamado prolactinoma. No homem, a produção

B) Hormônio tireotrófico (TSH) ou tireotrofina –

em excesso desse hormônio também pode causar

Estimula a glândula tireoide a produzir seus

ginecomastia (aumento das mamas), diminuição da

hormônios, isto é, estimula a produção dos libido e impotência sexual. Em excesso, a prolactina

hormônios tireoidianos, indispensáveis ao perfeito prejudica a produção de testosterona. desenvolvimento físico e mental das pessoas.

A produção dos hormônios da adeno-hipófise (STH, TSH,

C) ACTH, FSH e LH) é controlada pelos hormônios liberadores **Hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) ou**

adrenocorticotrofina – Estimula o córtex (parte hipotalâmicos (hormônios originários do hipotálamo).

periférica) das glândulas suprarrenais

(adrenais). Neuro-hipófise Ao receber o ACTH, o córtex das glândulas

suprarrenais passa a produzir hormônios que são

É a porção posterior da hipófise constituída de tecido

conhecidos genericamente por corticosteroides ou nervoso. Não produz hormônios, apenas armazena e libera,

corticoides. na corrente sanguínea, os hormônios de origem hipotalâmica

(hormônios produzidos no hipotálamo).

D) Hormônios gonadotróficos ou gonadotrofinas –

Estimulam as atividades das gônadas (glândulas **Hormônios liberados pela neuro-hipófise** sexuais): ovários e testículos. Entre esses hormônios,

• Hormônio antidiurético (ADH) ou vasopressina.

destacam-se:

• Ocitocina (oxitocina).

D.1) Hormônio folículo estimulante (FSH) –

Nos ovários (gônadas femininas), estimula o **A) Hormônio antidiurético (ADH) ou vasopressina –**

desenvolvimento dos folículos ovarianos e a Estimula uma maior reabsorção de água nos rins,

produção de estrógenos (hormônios sexuais uma vez que aumenta a permeabilidade das paredes

dos túbulos distais e coletores de água. A deficiência

femininos).

desse hormônio no organismo provoca uma intensa

Nos testículos (gônadas masculinas), o FSH diurese. Essa grande perda de água através da urina

estimula a espermatogênese, isto é, a formação provoca desidratação e sede intensa, caracterizando

dos espermatozoides (gametas masculinos). a doença diabetes insípido ou diabete insípida.

B) Ocitocina (oxitocina) – Atua no útero e nas A produção dos hormônios tireoidianos é estimulada pelo

glândulas mamárias. No útero, estimula a contração TSH proveniente da adeno-hipófise. da musculatura lisa (miométrio), por ocasião do parto.

No hipotireoidismo (produção escassa dos hormônios

Nas glândulas mamárias, estimula a contração das

tireoidianos), há uma redução de todo o metabolismo e,

células mioepiteliais que envolvem os seus ductos,

entre os muitos sinais e sintomas dessa carência, o indivíduo

facilitando a ejeção do leite. A ocitocina também

pode apresentar: bradicardia (diminuição da frequência

exerce papel importante no estímulo sexual. Homens

cardíaca), respiração lenta, sonolência, obesidade,

e mulheres mostram um aumento significativo dos

movimentos musculares lentos, mixedema (pele seca, grossa

níveis plasmáticos desse hormônio durante o estímulo

e inchada), etc. Na infância, o hipotireoidismo também pode

sexual e o orgasmo.

causar o cretinismo, quadro patológico caracterizado por

Pars intermedia baixa estatura e retardo mental.

No hipertireoidismo (produção excessiva dos hormônios

É a parte intermediária da hipófise responsável pela tireoidianos), há uma elevação de todo o metabolismo.

produção do hormônio melanotrófico (MSH) ou intermedina. Assim, os indivíduos com essa anomalia podem apresentar:

Estimula a pigmentação da pele (acelera a síntese de taquicardia (aumento da frequência cardíaca), aceleração

melanina) e a síntese de hormônios esteroides produzidos dos movimentos respiratórios, insônia, emagrecimento,

pelas glândulas sexuais e suprarrenais. nervosismo, bócio exoftálmico ou exoftalmia (olhos

arregalados) etc.

TIREOIDE (GLÂNDULA Tanto no hipotireoidismo quanto no hipertireoidismo também pode ocorrer o bócio (papeira), que é o resultado

TIREOIDEA) do aumento do volume da glândula tireoide.

Localiza-se na região anterior do pescoço, sobre os

primeiros anéis da traqueia. Produz os seguintes hormônios: BIOLOGIA PARATIREOIDES (GLÂNDULAS

T (tri-iodotironina), T (tetraiodotironina ou tiroxina) [3 4]

e tireocalcitonina (calcitonina).

PARATIREOIDEAS)

São quatro pequenas glândulas localizadas na face posterior da tireoide. Produzem o paratormônio (PTH) ou

paratirina, que também atua no metabolismo do cálcio.

1

2

3 Traqueia

Paratireoides Paratireoides

Localização da tireoide *–* ***1.*** *cartilagem tireoide (pomo de*

adão); ***2.*** *glândula tireoide;* ***3.*** *traqueia.*

Os hormônios T e T estimulam a produção de enzimas 3 4 Tireoide

que atuam nas reações de oxirredução da respiração

celular e, dessa forma, estimulam o metabolismo celular

em todo o organismo.

O paratormônio atua estimulando a absorção dos sais

A tireocalcitonina atua especificamente no metabolismo de cálcio no intestino, a reabsorção dos íons Ca^{++} nos

do cálcio, inibindo a retirada desse mineral dos ossos e, túbulos renais e a retirada desse elemento dos ossos.

consequentemente, diminuindo a concentração de Ca^{++} O paratormônio, portanto, estimula o aumento da calcemia

no sangue. (taxa de cálcio no plasma sanguíneo).

Frente B Módulo 07

No hiperparatireoidismo, há uma produção excessiva SUPRARRENAIS (ADRENAIS)

de paratormônio, o que acarreta uma acentuada retirada

de cálcio dos ossos, que se tornam porosos. Isso Localizadas sobre os rins, essas glândulas possuem

favorece a ocorrência de fraturas e deformações ósseas. duas regiões distintas: córtex (parte periférica) e medula

Também ocorre a hipercalcemia, isto é, elevação da (parte central). taxa de cálcio no sangue, o que pode causar deposição

Suprarrenal ou adrenal

patológica desse elemento em diversos órgãos (rins e artérias, por exemplo).

Já no hipoparatireoidismo, temos uma escassa produção de paratormônio, provocando uma excessiva mineralização dos ossos (intensa deposição de cálcio nos ossos) e hipocalcemia (diminuição da taxa de cálcio no plasma sanguíneo). Surgem contrações espasmódicas generalizadas da musculatura esquelética, chamadas tetania.

OBSERVAÇÃO

Conforme vimos, o paratormônio das paratireoides e a

tireocalcitonina da tireoide atuam no metabolismo do

Córtex da suprarrenal

cálcio, exercendo ações antagônicas: o paratormônio

é um fator hipercalcêmico (aumenta a taxa de cálcio Funciona sob o estímulo do ACTH da adeno-hipófise e

no sangue), enquanto a tireocalcitonina é um fator

produz hormônios conhecidos genericamente por corticoides

hipocalcêmico (diminui a taxa de cálcio no sangue).

ou corticosteroides, que são distribuídos em três grupos:

Assim, o nível normal de cálcio no sangue depende de

mineralocorticoides, glicocorticoides e sexocorticoides.

um equilíbrio entre as taxas desses dois hormônios.

A) Mineralocorticoides – Atuam na manutenção do

Calcitonina estimula equilíbrio hidrossalino do organismo. Entre eles,

Tireoide libera nos ossos o mais importante. Esses hormônios agem, calcitonina deposição de cálcio a aldosterona é o mais ativo e, consequentemente,

Calcitonina

principalmente, nos túbulos renais, mas também

na mucosa gástrica, e nas glândulas salivares e

Osso sudoríparas, estimulando a reabsorção de sódio.

B) Glicocorticoides – Representados principalmente

Tireoide

pelo cortisol (hidrocortisona), atuam no metabolismo

Diminuição da dos carboidratos, dos lipídios e das proteínas,

taxa de cálcio estimulando a neoglicogênese (gliconeogênese)

no sangue estimula estimula as de glicose a partir de lipídios e de proteínas. Esses paratireoides a tireoide Aumento de cálcio no sangue no fígado. A neoglicogênese consiste na formação

hormônios também inibem a síntese de DNA,

particularmente no tecido linfoide, diminuindo, assim,

a resposta imune. Têm, ainda, ação antialérgica e

Paratireoides

anti-
inflama

O excesso da produção dos corticoides aldosterona

Paratormônio Paratireoides e / ou dos glicocorticoides pode acarretar a doença

liberação de cálcio dos paratormônio muscular, hipertensão e edemas (inchaços). Por outro lado, ossos para o sangue Paratormônio estimula liberam de Cushing, caracterizada por hiperglicemia, fraqueza

a escassez desses hormônios pode acarretar a doença

A tireoide e as paratireoides atuam em conjunto para a de Addison, caracterizada por desidratação, hipotensão e

manutenção dos níveis normais de cálcio nos ossos e no sangue. hiperpigmentação da pele.

C) Sexocorticoides – São hormônios sexuais produzidos PÂNCREAS

pelo córtex da suprarrenal. Entre eles, destaca-se

a deidropiandrosterona, que é um andrógeno É uma glândula anfícrina (mista) localizada na cavidade

(hormônio de efeito masculinizante) e anabolizante. abdominal, abaixo do estômago e diante do duodeno. Em condições normais, sua produção é muito pequena

e, por isso, seu efeito é reduzido e pouco significativo.

Entretanto, em casos de tumores da adrenal, quando Fígado

existe grande produção desse hormônio, pode haver

desenvolvimento precoce de características sexuais

secundárias no sexo masculino ou masculinização

(virilização) no sexo feminino, a qual se caracteriza

pelo aparecimento, nas mulheres, de características

sexuais secundárias masculinas (desenvolvimento dos Vesícula

pelos no rosto, mudança no tom de voz, etc.). biliar Estômago

Medula da suprarrenal

(Sistema Nervoso Autônomo). Produz adrenalina (epinefrina) É a parte mais interna da glândula, controlada pelo SNA Canal colédoco Pâncreas

e noradrenalina (norepinefrina), hormônios quimicamente Canal Duodeno pancreático semelhantes que, quando liberados no sangue, potencializam

(reforçam) o efeito do sistema nervoso simpático.

A) Adrenalina – É liberada em maior quantidade na

Localização do pâncreas

corrente sanguínea em situações de medo, susto,

BIOLOGIA

tensão, emoções intensas, etc. Nessas situações,

Sua secreção exócrina é o suco pancreático, que é lançado

a adrenalina deixa o organismo em estado de prontidão,

na cavidade do duodeno, onde participa da quilificação.

aumentando sua capacidade de reagir diante de

uma situação desfavorável. A adrenalina lançada Os hormônios glucagon e insulina são as secreções

bruscamente na corrente sanguínea provoca, entre endócrinas do pâncreas. Esses hormônios regulam a

outros, os seguintes efeitos: vasoconstrição periférica

taxa de glicose e são produzidos por grupos de células

(daí a palidez), aumento do ritmo respiratório,

pancreáticas, denominados ilhotas pancreáticas (ilhotas

taquicardia, hipertensão, dilatação da pupila, contração

de Langerhans), nos quais distinguimos as células-alfa

dos músculos eretores dos pelos, glicogenólise (quebra

(produtoras de glucagon) e as células-beta (produtoras

do glicogênio em glicose que ocorre no fígado) com

de insulina).

consequente aumento da glicemia (taxa de glicose

no sangue). A adrenalina ativa a enzima fosforilase O glucagon estimula a glicogenólise no fígado, ou seja,

que, ao atuar sobre o glicogênio, o converte em a conversão do glicogênio em moléculas de glicose,

glicose. Essa glicose é, então, lançada na corrente que são, então, descarregadas no sangue. Dessa forma,

sanguínea. Isso permite às células, em especial as o glucagon contribui para aumentar a glicemia. musculares, obter rapidamente mais energia, que será

necessária para enfrentar essas situações de perigo A insulina atua na membrana das células, favorecendo a

ou emergência. Por isso, a adrenalina é considerada absorção de glicose. Uma vez no interior das células, a glicose

o “hormônio de emergência”. A ação da adrenalina é é utilizada na respiração celular ou, então, armazenada sob a

rápida, pois logo é inativada por enzimas no fígado forma de glicogênio. Desse modo, a insulina atua no sentido

(mais ou menos ao fim de três minutos). de diminuir a glicemia.

B) Os dois hormônios pancreáticos, glucagon e insulina, **Noradrenalina** – É liberada em quantidades muito

pequenas, de forma mais ou menos constante, exercem, portanto, ações antagônicas: enquanto o glucagon

independentemente da liberação da adrenalina. tem efeito glicemiante (age no sentido de aumentar a

Age principalmente regulando a pressão sanguínea glicemia), a insulina tem efeito antiglicemiante (age no

para mantê-la em níveis normais. sentido de diminuir a glicemia).

Na espécie humana, a normoglicemia (taxa normal

OVÁRIOS

de glicose na corrente sanguínea) situa-se entre 70 e

110 mg/100 mL de sangue. Em certas situações, como São as gônadas femininas, que se localizam na parte

após uma refeição ou uma ingestão acentuada de doces, inferior da cavidade abdominal, uma de cada lado do

a taxa de glicose no sangue eleva-se, e isso estimula o útero. Além de produzirem os “óvulos”, os ovários

pâncreas a liberar insulina no sangue. Assim, o excesso

produzem os hormônios sexuais femininos: estrógenos

de glicose é retirado da circulação e a normoglicemia

e progesterona

é restabelecida.

Os estrógenos (estrogênios), representados

Quando o pâncreas produz quantidades insuficientes

principalmente pelo estradiol, pela estrona e pelo estriol,

de insulina, surge uma doença conhecida por *diabetes*

mellitus (diabete melito). Nesse caso, o excesso de glicose são responsáveis pelo desenvolvimento das características

permanece no sangue, configurando uma hiperglicemia. sexuais secundárias femininas (pele mais delicada, pelos

Pode-se, então, detectar a glicose na urina (glicosúria), na área genital, desenvolvimento dos órgãos sexuais,

uma vez que a capacidade de reabsorção de glicose nos desenvolvimento das mamas, etc.), tendo também papel

rins é limitada; a presença de glicose nos túbulos

renais importante na regulação do ciclo menstrual e na fixação

retém água, que é eliminada pelo organismo, acarretando de cálcio pelos ossos. um aumento do volume de urina, o que, por sua vez, pode

A progesterona relaciona-se com a preparação do

trazer como consequência a desidratação. A incapacidade

útero para a gravidez, pois estimula a proliferação de

de utilização da glicose provoca a sensação de fraqueza

muscular, de fome e de sede excessivas. Em médio e vasos sanguíneos e tecidos na mucosa uterina, criando

em longo prazo, o indivíduo diabético pode apresentar condições para a fixação e o desenvolvimento do embrião.

dificuldade de cicatrização e de coagulação, além de Juntamente com o estrógeno, também participa da

distúrbios circulatórios, que podem acarretar gangrena regulação do ciclo menstrual. nas extremidades de membros, problemas articulares,

cegueira e lesões cerebrais. A *diabetes mellitus* pode ser

TIMO uma doença determinada geneticamente, como também

pode ser uma doença adquirida em consequência de

É um orgão linfoide (possui, em sua constituição, tecido

lesões pancreáticas.

hematopoético linfoide) e, portanto, faz parte do sistema

Quando a taxa de glicose na corrente sanguínea diminui

imunológico (sistema de defesa do organismo). Também

(menos de 0,7 mg/mL), o pâncreas é estimulado a secretar

atua como uma glândula endócrina. Localiza-se na caixa

o glucagon. Então, sob ação desse hormônio, o fígado

torácica, atrás do osso esterno. Produz os hormônios

passa a realizar a glicogenólise (conversão de glicogênio

timosina e timopoietina, que estimulam outros órgãos do

em glicose), liberando glicose na corrente sanguínea e

sistema linfoide (gânglios, linfáticos, baço, etc.), bem como

elevando a glicemia. Isso acontece, por exemplo, quando

uma pessoa fica sem se alimentar por muitas horas. a maturação dos linfócitos-T.

TESTÍCULOS REGULAÇÃO HORMONAL

São as gônadas (glândulas sexuais) masculinas. No Muitas estruturas do nosso sistema endócrino são

homem e em muitos outros animais, localizam-se no

estimuladas a funcionar e, consequentemente, a produzir

interior da bolsa escrotal (saco escrotal). Além de serem

seus hormônios quando recebem estímulos originários

responsáveis pela produção dos espermatozoides, os

do sistema nervoso. É o caso, por exemplo, da medula

testículos produzem testosterona, hormônio sexual

da suprarrenal que, ao receber estímulos nervosos,

masculino, responsável pelo desenvolvimento das

passa a produzir e a liberar bruscamente a adrenalina

características sexuais secundárias masculinas (barba, voz

grave, músculos mais desenvolvidos, etc.). Essa função

na corrente sanguínea. Outro exemplo de regulação

endócrina dos testículos, ou seja, a produção do hormônio de produção hormonal feita pelo sistema nervoso é a

testosterona, é realizada pelas células intersticiais de produção da oxitocina pelo hipotálamo e sua liberação

Leydig, sob o estímulo do ICSH da adeno-hipófise. pela neuro-hipófise.

Muitas glândulas, entretanto, têm a produção de seus

hormônios regulada por um mecanismo de autocontrole Circunvoluções Sulcos Diencéfalo cerebrais conhecido por *feedback* (retroalimentação), em que Corpo caloso Cérebro

a concentração no organismo de uma substância

sintetizada e / ou liberada sob estímulo de uma glândula

controla sua própria produção. Quando o aumento da

concentração sanguínea de um hormônio estimula a

produção de um outro hormônio, o *feedback* é positivo. Pineal Hipófise Por outro lado, quando o aumento da concentração de Região anterior do um hormônio inibe a produção de um outro hormônio, lobo temporal direito Cerebelo Ponte o *feedback* é negativo. Bulbo

Medula espinhal

Um bom exemplo do mecanismo de *feedback* acontece no

Ao que parece, a luz também exerce uma ação sobre as gônadas

controle da glândula tireoide feito pela hipófise. A hipófise

através da pineal: a luz inibe a produção de melatonina pela pineal.

produz o TSH, que vai atuar na tireoide, estimulando a Com isso, haverá uma maior ação dos hormônios gonadotróficos

produção e a liberação dos hormônios T e T . Quando a 3 4 (FSH, LH), estimulando uma maior atividade das gônadas, visto que a concentração desses hormônios tireoidianos atingir taxas melatonina inibe a secreção de LH e FSH pela hipófise. Isso explicaria,

elevadas no sangue, eles passam a inibir a produção de TSH por exemplo, a maior produção de ovos nos galinheiros iluminados

quando comparados com aqueles em que há pouca iluminação.

pela hipófise. Ao diminuir a taxa de TSH no sangue, também

diminuem as de T e T , desfazendo-se o efeito inibitório 3 Em muitos vertebrados, como em certas espécies de peixes,

4 anfíbios e répteis, a melatonina tem papel importante no

sobre a hipófise que, assim, aumenta a produção de TSH, mecanismo da camuflagem, uma vez que atua nos melanócitos, reiniciando o ciclo regulatório. concentrando os grânulos de melanina em torno do núcleo

celular e provocando, com isso, o clareamento da pele do animal.

BIOLOGIA

Tem, portanto, um efeito antagônico ao da intermedina (MSH)

da hipófise (veja o esquema a seguir).

LEITURA COMPLEMENTAR

Hipófise Pineal

MSH (intermedina) Melatonina

Glândula pineal (epífise)

É uma pequena glândula de, aproximadamente, 10 mm Melanócito

de comprimento que pesa cerca de 150 mg. Localiza-se

na caixa craniana, posterior ao diencéfalo (região do

encéfalo formada pelo tálamo e pelo hipotálamo). Produz Pele escura Pele clara

o hormônio melatonina, cuja função no homem ainda

Pela ação do MSH, os grânulos de melanina são dispersados

é pouco conhecida. Sabe-se que essa glândula sofre

por toda a superfície do citoplasma, escurecendo a pele

influência da luminosidade, sendo mais ativa durante a

do animal. Por outro lado, por ação da melatonina,

noite, quando a produção de melatonina é maior. Assim, a os grânulos de melanina se concentram ao redor

pineal tem importante participação no ritmo circadiano de do núcleo celular, clareando a pele do animal. Essas

24 horas (ciclo dia / noite) e de outros ritmos biológicos, alterações podem ser observadas, por exemplo, em um

como os relacionados com as estações do ano. Alguns sapo: colocando-se o animal em uma caixa com fundo claro,

estudos sugerem que a melatonina também influencia a sua pele, aos poucos, vai se tornando clara; se o fundo for escuro,

o funcionamento das gônadas, exercendo uma ação a pele torna-se escurecida. Essas alterações na tonalidade da pele

antigonadotrófica, isto é, diminuindo o efeito dos hormônios têm por objetivo camuflar o animal, confundindo-o com o ambiente.

Experiências realizadas com alguns animais mostram que essa

gonadotróficos da adeno-hipófise. A primeira evidência de

adaptação às alterações de tonalidade do ambiente se dá através

que a pineal afetaria a função das gônadas foi descoberta

da estimulação do aparelho visual. A retina desses animais, ao

quando se verificou que indivíduos portadores de tumores ser estimulada, gera impulsos nervosos que, através de nervos,

destrutivos da pineal apresentavam puberdade precoce e chegam à hipófise ou à pineal e, assim, estimulam a liberação do

hipertrofia das glândulas sexuais. MSH ou da melatonina.

Frente B Módulo 07

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

03. CITE o número da glândula cuja disfunção se relaciona

com as seguintes anomalias:

Instrução: Os exercícios 1, 2 e 3 referem-se à figura a seguir,

A) exoftalm

onde estão indicadas algumas glândulas do organismo humano.

B)

acromega

C) doença de Addison

D) *diabetes mellitus*

4

3 E) bócio

F) cretinism

G) gigantism

H) doença de Cushing

2 5

04. (UFMG) A parte glandular da hipófise comanda diversas

outras glândulas do organismo.

Todas as glândulas citadas são controladas diretamente

1 6

pela hipófise, **EXCETO**

A)
ovário.

B)
pâncreas

C)
suprarren

D)
testículo.

E)
tireoide.

01. CITE o(s) número(s) da(s) glândula(s) que

A) produz hormônio estimulante do metabolismo celular **05.** (FUVEST-SP) Considere as seguintes funções do sistema

em todo o organismo.

endócrin

B) controla o funcionamento das gônadas.

C) tem funcionamento deficiente nos indivíduos com 1. Controle do metabolismo de açúcar;

diabetes mellitus. 2. Preparação do corpo para situações de emergência;

D) lança uma de suas secreções na cavidade do duodeno.

3. Controle de outras glândulas endócrinas.

E) produz hormônio que estimula a produção de leite

pelas glândulas mamárias.

As glândulas que correspondem a essas funções são,

F) libera hormônio que estimula contrações do útero por respectivamente,

ocasião do parto.

A) salivar, tireoide e hipófise.

G) apresenta agrupamentos celulares denominados

ilhotas de Langerhans. B) pâncreas, hipófise e tireoide.

H) tem função gametogênica e função hormonal. C) tireoide, salivar e adrenal.

D) pâncreas, adrenal e hipófise.

02. CITE o número da glândula responsável pela produção

dos seguintes hormônios: EXERCÍCIOS PROPOSTOS

A) aldosterona

B) glucagon **01.** (UEL-PR–2010) Há dois tipos de diabetes: o tipo I, que

C) calcitonina

surge em jovens e se caracteriza pela menor produção

D) adrenalina de insulina, e o tipo II, que aparece na idade adulta,

E) ACTH em que os níveis de insulina estão normais, mas os

F) STH receptores tornam-se resistentes à insulina. Nos últimos

G) tiroxina anos, tem aumentado o número de adolescentes obesos

H) insulina que desenvolvem diabetes tipo II.

Sistema endócrino

Sobre diabetes, insulina e controle da glicemia (nível de **04.** (UFMG) Os hormônios produzidos nas células alfa e

glicose no sangue), é **CORRETO** afirmar: beta das ilhotas pancreáticas exercem todos os efeitos

A) Em condições normais, a insulina é liberada pelo pâncreas fisiológicos citados, **EXCETO**

para controlar o nível elevado de glicose sanguínea.

A) aumentar a utilização de glicose pelas células do

B) Um indivíduo que passa horas sem se alimentar organismo.

apresenta aumento da produção de insulina.

B) estimular a conversão de glicogênio hepático em

C) A ins ulina tem como principal ação a liberação de glicose sanguínea.

glicose pelo pâncreas.

C) diminuir a concentração de glicose no sangue.

D) Entre as refeições, o fígado armazena glicose,

D) aumentar o armazenamento do glicogênio e o

mantendo-a na sua forma original para sua imediata

metabolismo da glicose.

liberação quando necessária.

E) estimular a conversão de glicídios em proteínas

E) A diabetes tipo II, precoce ou não, é consequência sanguíneas.

de uma hipofunção das células pancreáticas.

02. 05. (FCMMG) A determinação do metabolismo basal de um (UFMG)

indivíduo pode ser de grande auxílio no diagnóstico

de alguns distúrbios endócrinos. O metabolismo basal

refere-se ao consumo mínimo de energia gasta quando

o organismo está em repouso e pelo menos 12 horas

depois de uma refeição leve. Sabendo-se que há

hormônios ligados à ativação do metabolismo, o estudo

do metabolismo seria, então, útil no esclarecimento dos

distúrbios da glândula

Cachorro A) pineal. BIOLOGIA perigoso

B) salivar.

C) pâncreas

D) suprarrenal.

E) tireoide.

A glândula responsável pela produção da substância que

desencadeou o conjunto de reações apresentadas pelo **06.** (PUC Minas) Numa pessoa com deficiência de crescimento

indivíduo ao fugir do cachorro denomina-se

denominado nanismo hipofisário, deve-se pensar nos

A) hipófise. D) suprarrenal. seguintes distúrbios:

B) pâncreas. E) tireoide. 1. De secreção de STH.

C) paratireoide. 2. De secreção de LTH.

03. (UDESC-SC–2010) Assinale a alternativa **INCORRETA** 3. De secreção de calcitonina.

quanto às glândulas endócrinas e aos seus hormônios. 4. De secreção de aldosterona.

A) glândulas suprarrenais – adrenalina, glândula 5. A nível do hipotálamo, inibindo a secreção do fator

paratireoide – hormônio paratormônio

liberador de STH.

B) hipófise – hormônio luteinizante, glândula paratireoide –

hormônio paratormônio O número de distúrbios que se aplicam ao caso é de

C) tireoide – hormônio do crescimento, hipófise – A) 1.

hormônio calcitonina B) 2.

D) glândulas suprarrenais – adrenalina, hipófise –

C) 3.

hormônio do crescimento

D) 4.

E) tireoide – tiroxina e tri-iodotironina, glândula

paratireoide – hormônio paratormônio E) 5.

Frente B Módulo 07

07. (FCMSC-SP) Numa experiência, destruiu-se a glândula

paratireoide de um gato. O gato passou, então, a sofrer

alterações no metabolismo do

A) fisiológico de controle sobre outras células do corpo.

B) cálcio.

C) potássio.

D) iodo.

E) ferro.

12. (PUC Minas) Os hormônios são substâncias químicas produzidas por uma célula, ou por um grupo de células, e liberados no sistema circulatório para exercer seu efeito sobre outras células do corpo. Muitos deles são produzidos em laboratórios e utilizados no tratamento de pacientes humanos. Por exemplo:

sódio.

o hormônio A estimula a contração da musculatura uterina

08. (UMC-SP) A vasopressina ou hormônio antidiurético, participa da regulação do metabolismo da glicose e pode e pode ser utilizado em partos induzidos; o hormônio B

responsável, em deficiência, pelo diabetes insípido,

ser utilizado como anti-inflamatório.

é liberada pela(o)

Podemos afirmar que os hormônios A e B são,

A) parte endócrina do pâncreas. respectivamente,

B) medula da adrenal.

A) ocitocina e insulina.

C) córtex da suprarrenal.

B) cortisona e glucagon.

D) adeno-hipófise.

C) adrenalina e tiroxina.

E) neuro-hipófise.

D) ocitocina e cortisona.

09. E) prolactina e adrenalina. (UFRGS) Se analisarmos o sangue de uma pessoa em

situação de emergência ou perigo, ou num momento de **13.** (Unicamp-SP–2011). Os gráficos A, B e C mostram

susto, poderemos identificar o aumento do hormônio

as variações da secreção de insulina e glucagon em

A) tiroxina. função da concentração de glicose, e as variações da

B) corticotrofina. concentração de glicose no sangue, após uma refeição

C) gonadotrofina. rica em carboidratos:

D) ocitocina. A B

E) adrenalina. 20 a 4 15 3

10. 10 2 (VUNESP) Um paciente adulto procurou um endocrinologista 5

1

porque estava com baixo peso, metabolismo basal muito 0 0

alto, nervosismo e globo ocular saliente (exoftalmia). 0 200 400 40 140 Secreção de insulin Secreção de glucagon Glicose mg/dL Glicose mg/dL A disfunção hormonal que poderia ser responsável pelo

quadro apresentado pelo paciente envolve

A) o pâncreas.

C

B) a paratireoide.

150

C) a adrenal. 100

D) a tireoide. 50

mg/dL

E) a suprarrenal. 0

Glicose no sangue 0 5

11. Tempo (hora) (OSEC-SP) A reabsorção do sódio nos túbulos renais e a

contração da musculatura lisa da parede uterina são duas

Com base nos gráficos anteriores, pode-se afirmar que

funções realizadas, respectivamente, pelos hormônios

A) se os níveis de glicose no sangue estão altos, a

A) aldosterona e vasopressina.

secreção de insulina aumenta para permitir que

B) paratormônio e vasopressina.

as moléculas de glicose sejam absorvidas pelas

C) vasopressina e ocitocina. células, e os níveis de glucagon permanecem

D) aldosterona e ocitocina. baixos, pois não há necessidade de o glicogênio ser

E) vasopressina e paratormônio. transformado em glicose.

B) o aumento dos níveis de glicose no sangue causa Com base nessas informações, pode-se concluir que

um aumento da secreção de insulina e de glucagon A) o papel realizado pelas enzimas pode ser diretamente

por células do pâncreas, pois ambos os hormônios substituído pelo hormônio insulina. contribuem para que

as moléculas de açúcar

B) a insulina produzida pelo pâncreas tem um papel

atravessem a membrana plasmática das células.

enzimático sobre as moléculas de açúcar.

C) a secreção de glucagon é alta em indivíduos que tenham

C) o acúmulo de glicose no sangue é provocado pelo

se alimentado de carboidrato duas horas antes, pois

aumento da ação da insulina, levando o indivíduo a

muitos desses carboidratos acabam se transformando

um quadro clínico de hiperglicemia.

em glicose; já com relação à insulina, ocorre um

aumento porque os níveis de glicose estão elevados. D) a diminuição da insulina circulante provoca acúmulo

de glicose no sangue.

D) as células secretoras do pâncreas estão sempre

produzindo grandes quantidades de insulina e de E) o principal papel da insulina é manter o nível de glicose

glucagon, pois esses dois hormônios são responsáveis suficientemente alto, evitando, assim, um quadro

pela captura de glicose do sangue para as células. clínico de diabetes.

14. (FUVEST-SP) Uma jovem que sempre foi saudável chegou

fisiológicas do nosso corpo são periódicos, sendo assim, **02.** (Enem–2010) *Diversos comportamentos e funções*

a um hospital em estado de coma. O histórico da paciente

são classificados como ritmo biológico. Quando o ritmo

revelou que ela recebera erroneamente injeção de uma *biológico responde a um período aproximado de 24 horas,*

dose excessiva de insulina. *ele é denominado ritmo circadiano. Esse ritmo diário*

A) Por que a injeção de insulina induziu o coma na jovem? *é mantido pelas pistas ambientais de claro-escuro e*

B) A insulina é normalmente administrada a pacientes *determina comportamentos como o ciclo do sono-vigília*

com disfunção de que órgão? Qual é a doença causada *e o da alimentação. Uma pessoa, em condições normais,*

pela deficiência de insulina? *acorda às 8h e vai dormir às 21h, mantendo seu ciclo de*

sono dentro do ritmo dia e noite. Imagine que essa mesma

15. (UFRJ) Os hormônios são substâncias lançadas *pessoa tenha sido mantida numa sala totalmente escura* BIOLOGIA

no sangue que controlam diversas atividades do *por mais de quinze dias. Ao sair de lá, ela dormia às 18h*

organismo. A maior parte dessas substâncias é *e acordava às 3h da manhã. Além disso, dormia mais*

fabricada por agrupamentos de células epiteliais, *vezes durante o dia, por curtos períodos de tempo, e havia*

as glândulas endócrinas. Cada hormônio age como um *perdido a noção da contagem dos dias, pois quando saiu,*

mensageiro químico, atuando em determinados tecidos *achou que havia passado muito mais tempo no escuro.*

do corpo, os tecidos-alvo. BRANDÃO, M. L. *Psicofisiologia*. São Paulo: Atheneu, 2000

(Adaptação).

Por que os hormônios, uma vez lançados no sangue,

só atuam nos tecidos-alvo e não em todos os tecidos Em função das características observadas, conclui-se

do corpo? que a pessoa

A) apresentou aumento do seu período de sono contínuo

SEÇÃO ENEM

e passou a dormir durante o dia, pois seu ritmo biológico foi alterado apenas no período noturno.

01. (Enem–2000) O metabolismo dos carboidratos é B) apresentou pouca alteração do seu ritmo circadiano,

fundamental para o ser humano, pois, a partir desses sendo que sua noção de tempo foi alterada somente

compostos orgânicos, obtém-se grande parte da energia pela sua falta de atenção à passagem do tempo.

para as funções vitais. Por outro lado, desequilíbrios nesse C) estava com seu ritmo já alterado antes de entrar na sala,

processo podem provocar hiperglicemia ou diabetes. o que significa que apenas progrediu para um estado

O caminho do açúcar no organismo inicia-se com a mais avançado de perda do ritmo biológico no escuro.

ingestão de carboidratos que, chegando ao intestino, D) teve seu ritmo biológico alterado devido à ausência

sofrem ação de enzimas, “quebrando-se” em moléculas de luz e de contato com o mundo externo, no qual a

menores (glicose, por exemplo) que serão absorvidas. noção de tempo em um dia é modulada pela presença

A insulina, hormônio produzido no pâncreas, é responsável ou ausência do Sol.

por facilitar a entrada da glicose nas células. Se uma E) deveria não ter apresentado nenhuma mudança do

pessoa produz pouca insulina, ou se sua ação está seu período de

sono porque, na realidade, continua

diminuída, dificilmente a glicose pode entrar na célula com o seu ritmo normal, independentemente do

para ser consumida. ambiente em que seja colocada.

Frente B Módulo 07

GABARITO Propostos

Fixação

01. A

02. D

01. A) 3 03. C

B) 4 04. E

C) 5 05. E

D) 5 06. B

E) 4 07. B

F) 4 08. E

G) 5 09. E

H) 1 e 6 10. D

11. D

02. A) 2

12. D

B) 5

13. A

C) 3

14. A) A jovem entrou em coma porque a dose

D) 2

excessiva de insulina causou uma rápida

E) 4 hipoglicemia, ou seja, a taxa de glicose

F) 4 no sangue baixou muito e rapidamente

(hipoglicemia), chegando a um nível

G) 3

insuficiente para manter a atividade do

H) 5 Sistema Nervoso Central.

B) É uma disfunção do pâncreas endócrino.

03. A) 3

A doença é o diabete melito (*diabetes mellitus*).

B) 4

15. As células dos tecidos-alvo apresentam proteínas

C) 2 especiais na membrana plasmática: os receptores

hormonais, aos quais se ligam as moléculas

D) 5

do hormônio. Cada tipo de hormônio liga-se

E) 3

apenas aos tipos de células cujos receptores têm

F) 3 afinidade para com eles. Assim, fica garantida a

especificidade da ação hormonal.

G) 4

H) 2

Seção Enem

04. B 01. D

05. D 02. D

BIOLOGIA MÓDULO FRENTE Sistema digestório 08 B

ANATOMIA E FISIOLOGIA **Sistema digestório humano**

Boca

digestório completo e por glândulas anexas. Esôfago Duodeno Estômago Delgado O sistema digestório humano é formado por um tubo Faringe

Tubo Jejuno

digestório Íleo

Intestino

Ceco Transverso Ascendente

Cavidade bucal Ânus Grosso Cólon (colo)
Descendente Reto Sigmoide

Língua Boca Salivares Glândulas Fígado anexas
Pâncreas Faringe

Esôfago A boca

É a primeira porção do tubo digestório, em que

ocorrem

dois fenômenos digestivos: mastigação e insalivação.

Vesícula Diafragma **A) Mastigação** – É um fenômeno mecânico (físico) (Sistema biliar da digestão, que consiste em cortar, dilacerar e Respiratório)

Fígado triturar os alimentos. Isso é feito pelos dentes, graças

aos movimentos executados pela mandíbula (maxilar

Estômago

Ducto inferior), que é o único osso móvel de nossa face.

colédoco

Pâncreas **B) Insalivação** – É a mistura do alimento com a saliva,

Duodeno secreção das glândulas salivares, que contém água,

transverso Colo íons (K^+, Na^+, HCO^-, etc.) e proteínas, como a Colo descendente amilase salivar (ptialina), a mucina (glicoproteína

Colo que dá o aspecto pastoso à saliva) e a lisoenzima

Jejuno

ascendente (enzima com atividade bactericida).

A função básica da saliva é umedecer e amolecer os

Ceco alimentos (facilitando a mastigação e a deglutição), Colo Íleo bem como iniciar o processo de digestão dos sigmoide

Reto carboidratos, uma vez que a amilase salivar propicia o

vermiforme Apêndice desdobramento de moléculas de amido em moléculas Ânus de maltose. ou cecal

Localização dos órgãos do sistema digestório Amilase salivar (ptialina)

Amido Maltose

O tubo digestório humano é um longo canal ("canal

alimentar”) com, aproximadamente, 10 metros de Existem glândulas salivares de diferentes tamanhos,

comprimento, que se estende da cavidade bucal até o ânus. cujos ductos se abrem na cavidade bucal. Entretanto,

Compõe-se das seguintes partes: boca, faringe, esôfago, três pares de glândulas salivares se destacam das

estômago, intestino e ânus. demais por serem as maiores e por serem também

> As glândulas salivares, o fígado e o pâncreas são glândulas responsáveis pela produção da maior parte da saliva.

anexas ao tubo digestório, uma vez que lançam secreções São elas as glândulas parótidas, as submaxilares

digestivas em seu interior. (submandibulares) e as sublinguais.

Peristaltismo – É o conjunto dos movimentos

ondulatórios, resultantes da contração da

musculatura lisa existente nas paredes do tubo

a alimentar ao longo do tubo digestório. digestório. Esses movimentos empurram o bolo

c b

Esôfago

Glândulas salivares (são mostradas apenas as do lado

esquerdo) – ***a.*** *parótida;* ***b.*** *submandibulares;* ***c.*** *sublingual.* Boca

Faringe

Uma vez mastigado e insalivado, o bolo alimentar é empurrado para a faringe com o auxílio da língua, iniciando-se, então, o processo da deglutição.

Esôfago

Na deglutição, o alimento passa da boca para a faringe,

em seguida para o esôfago e, finalmente, deste para o

Estômago Alimento

estômago. Assim, a deglutição é o ato pelo qual o bolo

alimentar é levado da boca até o estômago.

A faringe *Movimento peristáltico – O peristaltismo é um fenômeno*

mecânico da digestão que se inicia na faringe e propaga-se por

todo o resto do tubo digestório. Assim, ele também ocorre no

É um órgão comum aos sistemas digestório e respiratório,

estômago e nos intestinos, embora com menor intensidade que

uma vez que dá passagem ao bolo alimentar e ao ar. *na faringe e no esôfago. Enquanto nesses órgãos o peristaltismo*

Comunica-se com o esôfago e com a laringe. A sua *apenas conduz o bolo alimentar, no estômago e nos intestinos,*

comunicação com a laringe tem o nome de glote. Sobre a *o peristaltismo, além dessa função condutora, ajuda a*

glote, existe uma lâmina cartilaginosa, a epiglote, que, no *misturá-lo com os sucos digestivos (suco gástrico,*

momento da deglutição, fecha essa comunicação entre a *suco pancreático, bile, suco entérico).* faringe e a laringe, impedindo, assim, a entrada de alimentos

nas vias respiratórias. O estômago

■

É uma dilatação do tubo digestório e localiza-se logo

abaixo do diafragma (músculo que separa a cavidade torácica

Fossa nasal

da cavidade abdominal). Sua maior parte está situada

do lado esquerdo da cavidade abdominal. Comunica-se

Boca Faringe com o esôfago através de uma abertura denominada cárdia

e com o duodeno (primeira porção do intestino delgado),

Epiglote Esôfago através da piloro.

Laringe

e

Esquema que mostra as relações entre as partes superiores dos Esôfago *aparelhos digestório e respiratório.*

Após passar pela faringe, o bolo alimentar penetra

no esôfago. a Fundo

f

O esôfago c

d

É um conduto de, aproximadamente, 25 cm de

comprimento que estabelece a comunicação entre a faringe Corpo do

e o estômago. Assim, dando continuidade ao trabalho da estômago Duodeno

faringe, o esôfago leva o bolo alimentar ao estômago. Antro b O deslocamento do alimento pela faringe e pelo esôfago

em direção ao estômago ocorre graças ao peristaltismo
Estômago humano – ***a.*** *pequena curvatura;* ***b.*** *grande curvatura;*

(peristalse, movimentos peristálticos) desses órgãos. ***c.***
cárdia; ***d.*** *piloro;* ***e.*** *esfíncter da cárdia;* ***f.*** *esfíncter pilórico.*

No estômago, ocorrem dois fenômenos digestivos: Como é possível perceber, a produção de HC l é

peristaltismo e quimificação. imprescindível para “criar uma condição de trabalho”

O peristaltismo do estômago, além de conduzir o bolo para a pepsina. Se a produção desse ácido não for

alimentar, ajuda a misturá-lo com o suco gástrico. satisfatória, haverá dificuldade ou maior lentidão na

etapa do processo digestivo que se passa na cavidade do

estômago. O HCl funciona como um ativador enzimático.

Quimificação – É o fenômeno químico que consiste Sua ação é necessária para dar início ao processo de

na mistura do bolo alimentar com o **suco gástrico**. digestão das proteínas. Na ausência do HCl, o pepsinogênio

não se transforma em pepsina e, consequentemente,

não se iniciará a digestão das proteínas presentes nos

O suco gástrico é uma secreção composta de água, HCl alimentos ingeridos.

(ácido clorídrico), enzimas (pepsina, coagulase) e mucina

(glicoproteína). É produzido pelas glândulas gástricas Outra enzima do suco gástrico é a coagulase (renina),

existentes na mucosa do estômago. Essas glândulas são que coagula a caseína (proteína do leite). No lactente, isso

formadas por diferentes tipos de células, destacando-se as é muito importante, pois o leite coagulado permanece mais

parietais, as zimogênicas e as mucosas. tempo no estômago, sofrendo ação mais eficaz da pepsina.

A) Células parietais (oxínticas) – São responsáveis **C) Células mucosas** – São responsáveis pela produção

pela produção do HC l. Além de fornecer o pH da mucina (muco), glicoproteína responsável

adequado para a ação das enzimas que atuam na pela viscosidade do suco gástrico e que protege

cavidade do estômago (cavidade gástrica), o HC l as células da própria mucosa gástrica da ação

funciona como ativador da enzima pepsinogênio e corrosiva do HCl. também contribui para a coagulação do leite e para

a desmineralização de fragmentos ósseos ingeridos. A quimificação transforma o bolo alimentar em uma massa BIOLOGIA

O HC de consistência semilíquida, denominada quimo,

que passa l também tem poder antisséptico, pois a

maioria dos micro-organismos não sobrevive em do estômago para o duodeno.

pH ácido. Assim, o HCl tem um importante papel

na destruição de muitas espécies de bactérias,

O intestino algumas, inclusive, nocivas, que normalmente

O intestino é dividido em duas porções: a primeira

entram em nosso organismo junto com os alimentos

denominada intestino delgado, e a segunda, intestino grosso.

ingeridos.

O duodeno é a primeira parte do intestino delgado.

B) Células zimogênicas (pépticas) – São responsáveis

Descreve uma trajetória em forma de “C”, tendo,

pela produção das enzimas encontradas no suco

aproximadamente, entre 15 e 20 cm de comprimento.

gástrico. Entre essas enzimas, destacam-se o

Nele, há uma continuidade do peristaltismo e a ocorrência

pepsinogênio e a coagulase.

da quilificação.

O pepsinogênio é uma enzima inativa que, ao entrar O peristaltismo do duodeno é muito semelhante ao do

em contato com o HCl, é ativada, transformando-se em esôfago e ao do estômago, e tem a finalidade de misturar o

pepsina. A pepsina, assim formada, começa a atuar sobre quimo, proveniente do estômago, com os sucos digestivos,

as proteínas presentes no bolo alimentar, desdobrando-as bem como fazer com que o mesmo progrida ao longo do

em moléculas ou frações proteicas menores, que muitos

tubo digestório.

autores chamam de peptonas.

Pepsinogênio Pepsina (enzima ativa) que consiste na mistura do quimo com o **suco entérico** HC **Quilificação** – É um fenômeno químico da digestão

(enzima inativa)

(suco intestinal), com o **suco pancreático** e com o

suco biliar (bílis, bile).

Proteínas dos alimentos Peptonas

Frente B Módulo 08

Fígado No duodeno, o tripsinogênio (enzima inativa do suco

pancreático) é ativado pela enteroquinase (enzima do

suco entérico) e convertido em tripsina (enzima ativa).

A tripsina, assim formada, atua sobre as peptonas e

sobre as moléculas de proteínas que não foram quebradas

Ductos

hepáticos no estômago, convertendo-as em frações peptídicas

Vesícula ainda menores (tripeptídeos, dipeptídeos). Essas frações

biliar Estômago peptídicas menores sofrem, em seguida, a ação das

peptidases (tripeptidase, dipeptidase) do suco entérico,

transformando-se em aminoácidos. A tripsina também

Ducto atua sobre o quimiotripsinogênio (enzima inativa do suco

colédoco Pâncreas pancreático), convertendo-o em quimiotripsina (enzima Duodeno Ducto pancreático ativa), que também atua sobre as peptonas e sobre as

principal proteínas de modo semelhante à tripsina.

Também no duodeno, as moléculas de amido que

O canal (ducto) pancreático ou canal de Wirsung, trazendo o suco

pancreático, e o ducto colédoco, trazendo a bile, desembocam juntos

porventura não foram quebradas na cavidade bucal são

no duodeno através de um mesmo orifício, a ampola de Vater.

convertidas em moléculas de maltose, por ação da amilase

pancreática (amilopsina). Em seguida, essas moléculas de

A) Suco entérico (suco intestinal) – É produzido

maltose, bem como aquelas provenientes da quebra do

pelas glândulas duodenais (glândulas de Brunner) e

amido ocorrida na cavidade bucal, sofrem a ação da maltase,

pelas glândulas intestinais (glândulas de Lieberkuhn)

existentes na parede do intestino delgado. Trata- convertendo-se em moléculas de glicose. Encerra-se, assim,

se de uma secreção alcalina, rica em mucina, a digestão do amido, que, portanto, inicia-se na cavidade

contendo muitas enzimas: peptidases, lipase entérica, bucal e termina no duodeno. maltase, lactase, sucrase, nucleotidases, fosfatase e

No duodeno, atuam sobre as moléculas de lactose e

enteroquinase. A produção do suco entérico (intestinal)

sacarose, respectivamente, as enzimas lactase e sucrase

é estimulada pelo Sistema Nervoso Autônomo.

(sacarase), convertendo esses dissacarídeos em

moléculas

B) Suco pancreático – É produzido no pâncreas e, através menores de monossacarídeos. Assim, podemos dizer que a

do canal pancreático (canal de Wirsung), é lançado na digestão dos carboidratos começa a ser feita na cavidade

cavidade do duodeno. Contém água, íons bicarbonatos bucal, por ação da amilase salivar, e termina no duodeno,

e as enzimas amilase pancreática (amilopsina), lipase por meio da ação das enzimas amilase pancreática, maltase,

pancreática, tripsinogênio, quimiotripsinogênio e lactase e sucrase. nucleases (ribonuclease e desoxirribonuclease).

É também no duodeno que os lipídios sofrem a ação das

C) Suco biliar (bílis) – É produzido no fígado a partir lipases, sendo convertidos em ácidos graxos e glicerol, e os

do colesterol e armazenado na vesícula biliar, de

ácidos nucleicos, por ação das nucleases, são convertidos

onde passa para o duodeno através do canal ou ducto

em nucleotídeos

colédoco. Trata-se de uma secreção ligeiramente

alcalina, viscosa, de sabor amargo, que contém Assim, com o término da quilificação, termina o processo

água, pigmentos (amarelo-esverdeados) e sais químico da digestão, formando-se o quilo. O quilo contém

(sais biliares). **Não contém enzimas**. os produtos finais da digestão de carboidratos, proteínas,

Os sais biliares são os componentes mais importantes lipídios e ácidos nucleicos que são, respectivamente,

da bílis, uma vez que são responsáveis pelo monossacarídeos, aminoácidos, ácidos graxos e glicerol

processo de emulsificação dos lipídios, o que facilita e nucleotídeos. Além dessas substâncias, o quilo contém

a ação das lipases. Atuam como um “detergente”, água, vitaminas, sais minerais e as sobras da digestão,

isto é, favorecem o desdobramento de grandes isto é, substâncias que não sofrem digestão (celulose, por

gotas de gordura em glóbulos menores. Com exemplo). Do duodeno, o quilo passa para o jejunoíleo.

isso, há um aumento da superfície exposta à ação

das lipases, facilitando a digestão das gorduras. O jejunoíleo é a maior parte do intestino delgado, com

A bílis também favorece a absorção das vitaminas cerca de 6 metros de comprimento, e está disposto em

lipossolúveis que se encontram misturadas às numerosas dobras, as chamadas alças intestinais. É a

gorduras dos alimentos em digestão. região do tubo digestório onde mais intensamente se dá

a absorção dos nutrientes resultantes da digestão dos *em fundo de saco. Em mamíferos herbívoros não ruminantes,*

alimentos. Sua grande capacidade de absorção se deve às *o apêndice é muito longo, tendo um papel importante na*

vilosidades intestinais e às microvilosidades. As vilosidades *digestão da celulose, uma vez que nele se instalam e se*

intestinais são projeções da mucosa intestinal. As células *reproduzem bactérias que produzem as enzimas necessárias*

que as revestem possuem numerosas microvilosidades. Uma *à digestão desse polissacarídeo. No homem, ele é um órgão*

vestigial, pouco desenvolvido, com uma discreta quantidade

única célula pode chegar a ter 3 000 microvilosidades, o que

de tecido linfoide. O cólon (colo) é a maior parte do intestino

mostra o imenso aumento da superfície interna da mucosa

grosso. Subdivide-se em ascendente, transverso, descendente

e a sua grande especialização em realizar absorção.

e sigmoide (alça sigmoide). O reto é a porção final do intestino

grosso que se abre no exterior através do ânus, abertura onde

C

existe um músculo circular, o esfíncter anal.

A

O material que passa do intestino delgado para o intestino

3

2 grosso encontra-se num estado pastoso ou

semilíquido.

No intestino grosso, ocorre uma intensa absorção da água

1 4 presente nesse material que, dessa maneira, torna-se

mais consistente, formando as fezes que serão eliminadas

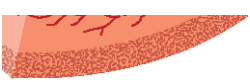
B para o meio externo. As fezes contêm, também, restos

de descamação da mucosa digestiva e grande número de

bactérias da flora intestinal.

D No intestino grosso, ocorre, ainda, a fermentação e

Lâmina própria a decomposição dos restos alimentares, graças à ação



(tecido conjuntivo) de inúmeras bactérias que aí vivem e que constituem a

***A**. Corte transversal do intestino delgado; **B**. Ampliação da* chamada microbiota intestinal (flora bacteriana intestinal).

mucosa com as vilosidades intestinais; ***C****. Detalhe de uma*

Essas bactérias podem estabelecer, com o nosso organismo,

vilosidade intestinal: 1. células dotadas de microvilosidades;

2. células secretoras de muco; 3. capilares sanguíneos; 4. vaso uma relação de comensalismo ou de protocooperação.

microvilosidades e o caminho seguido pelos nutrientes absorvidos. nos causam nenhum tipo de prejuízo, como também não BIOLOGIA *linfático (vaso quilífero).* ***D****. Célula aumentada, mostrando as* As bactérias comensais que vivem em nosso intestino não

nos dão nenhum tipo de benefício, sendo esta, portanto,

O material que não é absorvido, isto é, as sobras do

uma relação totalmente indiferente para o nosso organismo.

processo digestivo, passa para o intestino grosso.

Já as bactérias que vivem em regime de protocooperação

O intestino grosso é a porção final do tubo digestório e produzem certos tipos de vitaminas (vitamina K e vitaminas

tem, aproximadamente, 1,5 m de comprimento e 6,0 cm de do complexo B), que são absorvidas pelo nosso

organismo. diâmetro. Subdivide-se em três regiões: ceco, cólon e reto.

Cólon transverso HORMÔNIOS

GASTROINTESTINAIS

Cólon

Cólon Durante a digestão, atuam, além do sistema nervoso, descendente

ascendente tee tee alguns hormônios que controlam a secreção de diversos

Íleo Íle Í eo le l eo sucos digestivos. Esses hormônios,

chamados genericamente

de hormônios gastrointestinais, são produzidos por células

endócrinas existentes no estômago e nos intestinos. Entre

Ceco

esses hormônios, destacamos: gastrina, enterogastrona,

Apêndice secretina e colecistocinina. vermiforme me

Cólon
Gastrina
sigmoide

Reto

Ânus É produzida por células da parede do estômago, localizadas

na região pilórica desse órgão. Através da corrente

Intestino grosso humano *– O ceco é o segmento inicial do* sanguínea, a gastrina chega até as glândulas gástricas,

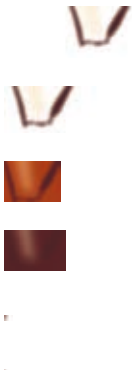
intestino grosso. Comunica-se com o intestino delgado através

estimulando-as a produzir o suco gástrico. É a presença dos

do óstio ileocecal, onde existe a válvula ileocecal. Termina

em fundo cego. É ligado ao ceco que encontramos o apêndice alimentos no estômago, em especial os de natureza proteica,

cecal (apêndice vermiforme), uma evaginação do próprio ceco, que estimula a produção desse hormônio.



Frente B Módulo 08

Enterogastrona (peptídeo inibitório

gástrico) LEITURA COMPLEMENTAR

É produzida por células da parede do duodeno. Através

da corrente sanguínea, chega ao estômago, onde inibe a **Gastrite e úlceras** motricidade gástrica (peristaltismo gástrico) e a produção

de gastrina, com consequente inibição da produção do suco A gastrite é um processo inflamatório da mucosa gástrica

gástrico. O estímulo para a produção da enterogastrona (mucosa do estômago), que causa forte irritação e dor. Surge

é a presença de ácidos graxos (produto da digestão das devido a um desequilíbrio das secreções de ácido clorídrico e

gorduras) no duodeno. Somente quando o alimento

pepsina. Pode ser causada por diversos fatores: o estresse, o fumo,

deixa o duodeno, a produção da enterogastrona cessa.

Assim, o estômago, não mais inibido, solta outra porção do o álcool, temperos fortes, molhos apimentados e mesmo

quimo no duodeno, recomeçando o ciclo. por certos medicamentos, como anti-inflamatórios e o ácido

acetilsalicílico
(“aspirina”).

Secretina As úlceras pépticas são ferimentos mais profundos

Também é produzida no duodeno e exerce sua ação no e dolorosos que podem chegar a sangrar, quando se

pâncreas, estimulando a produção de sucos pancreáticos aprofundam e atingem vasos sanguíneos, lesando-os

alcalinos (ricos em bicarbonato), que muito contribuirão para e causando hemorragias. A lesão pode até perfurar totalmente

alcalinizar o quimo proveniente do estômago. O estímulo para a parede do tubo digestório, sendo, nesse caso, denominada

a produção desse hormônio é a presença do HCl no duodeno. "úlcera perfurada". Nessa situação, torna-se bem mais grave,

Colecistocinina (colecistoquinina,

pois, além de forte hemorragia interna, pode desencadear

peritonite, ou seja, inflamação do peritônio (membrana que

pancreozimina) forra a parede abdominal), o que pode levar à morte.

As úlceras pépticas ocorrem principalmente no duodeno, no

É produzida no duodeno e exerce sua ação na vesícula biliar estômago e, eventualmente, na porção inferior do estômago.

e no pâncreas. Provoca contrações das paredes da

vesícula

biliar, determinando, assim, a expulsão da bílis. No pâncreas, Uma descoberta recente é que a bactéria *Helicobacter pylori*

estimula a liberação de enzimas. O estímulo para a produção está diretamente relacionada à maioria dos casos de úlceras.

da colecistocinina é a presença de alimento no duodeno. A *H. pylori* quebra a barreira protetora de muco, permitindo

A imagem a seguir mostra, resumidamente, a atuação que as enzimas do suco gástrico ataquem a parede do tubo

dos hormônios gastrointestinais. digestório. Nesse caso, o tratamento é feito com antibióticos.

Fígado EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

Estômago **01.** (UFMG) Um indivíduo fez uma refeição na qual constavam,

Vesícula biliar basicamente, três substâncias: A, B e C. Durante a

1 digestão, ocorreram os seguintes fatos:

• Na cavidade bucal, iniciou-se a digestão de B.

Pâncreas

3 • Ao chegar ao estômago, iniciou-se a digestão de C,

Duodeno 4 e a digestão de B foi interrompida.

2

• No duodeno, ocorreu a digestão de A, B e C.

Hormônios gastrointestinais – 1. Gastrina: *é produzida*

A partir desses dados, é **CORRETO** afirmar que A, B e C

no estômago e atua nele mesmo, estimulando a produção

de suco gástrico; ***2. Enterogastrona:*** *é produzida no* são, respectivamente,

duodeno e atua no estômago, inibindo a produção de gastrina A) lípide, proteína e carboidrato. *e, consequentemente, do suco gástrico;* ***3. Secretina:***

é produzida no duodeno e atua no pâncreas, estimulando B) proteína, carboidrato e lípide. *a produção de suco pancreático, rico em bicarbonato;*

C) lípide, carboidrato e proteína.

4. Colecistocinina: *é produzida no duodeno e atua no pâncreas*

e na vesícula biliar. No pâncreas, estimula a liberação de enzimas D) carboidrato, lípide e proteína. *pancreáticas; na vesícula biliar, provoca a contração da mesma*

e, consequentemente, a liberação da bile. E) proteína, lípide e carboidrato.

02. (FCMMG) Sabe-se que a amilase salivar tem ótimo **05.** (Objetivo-SP) Na digestão humana, das três enzimas

desempenho enquanto o alimento se encontra na citadas, os alimentos entram em contato, sucessivamente,

boca e em seu trajeto pelo esôfago. Esse desempenho com

cai quando o bolo alimentar atinge o estômago.

A) ptialina, tripsina e pepsina.

Podemos deduzir que

B) ptialina, pepsina e tripsina.

A) o aumento da temperatura, à medida que o alimento

C) tripsina, ptialina e pepsina.

vai chegando ao estômago, inibe a enzima.

D) tripsina, pepsina e ptialina.

B) a amilase não atua em pH ácido.

C) há uma diminuição acentuada do substrato, E) pepsina, tripsina e ptialina.

já que o estômago é um órgão mais amplo.

D) a água do suco gástrico dilui a amilase.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

E) a amilase é destruída pelo peristaltismo.

01. (UFMG) Os tubos de ensaio numerados a seguir, contendo

03. (PUC Minas) Numere a segunda coluna de acordo com a

primeira: os materiais específicos, foram mantidos em banho-maria,

a 37 ºC, em agitação constante.

1. Transformação química dos alimentos no estômago.

2. Transformação química dos alimentos no duodeno. 1 2 3 4

3. Enzima do pâncreas que atua sobre os lipídeos, e e e e

transformando-os. carn carn carn carn

Solução Suco Saliva Suco

4. Movimento das paredes do tubo digestório para

aquosa de gástrico + gástrico

empurrar o bolo alimentar. HC a 2% HC a 2% fervido

5. Enzima encontrada na saliva que atua sobre o amido,

BIOLOGIA

tranformando-o em maltose. Decorrido o tempo necessário, peptídeos e derivados da

digestão enzimática da carne poderão ser encontrados

( ) Lipase

A) nos tubos 1, 2 e 4.

( ) Quimificação

B) nos tubos 2, 3 e 4. .

( ) Quilificação

C) apenas nos tubos 2 e 4.

( ) Ptialina

( ) Peristaltismo D) apenas no tubo 3.

E) apenas no tubo 2.

A sequência **CORRETA** encontrada, de cima para

baixo, é

02. (FUVEST-SP–2010) O fígado humano é uma glândula

A) 1, 2, 4, 3, 5.

que participa de processos de digestão e de absorção de

B) 3, 1, 2, 5, 4. nutrientes ao

C) 3, 2, 1, 5, 4.

A) produzir diversas enzimas hidrolíticas que atuam na

D) 5, 1, 2, 3, 4.

digestão de carboidratos.

E) 5, 2, 1, 3, 4.

B) produzir secreção rica em enzimas que digerem as

04. gorduras. (FUVEST-SP) As enzimas digestivas que agem sobre os

carboidratos atuam C) produzir a insulina e o glucagon, reguladores dos

A) somente na boca. níveis de glicose no sangue.

B) somente no intestino. D) produzir secreção rica em sais que facilita a digestão

C) somente no estômago. e a absorção de gorduras.

D) na boca e no intestino. E) absorver excretas nitrogenadas do sangue e

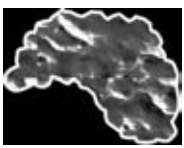
E) no intestino e no estômago. transformá-las em nutrientes proteicos.

Frente B Módulo 08

03. (UFMG) Observe a figura:

Nessa figura, estão representadas glândulas do sistema

digestório cuja enzima típica atua sobre um substrato



que resulta num produto.

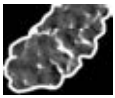
A alternativa que mostra a relação **CORRETA** entre o Nessa estrutura, encontram-se presentes todos os tecidos

substrato e seu respectivo produto é citados, **EXCETO**

07. (UFMG) Neste desenho esquemático de um corte de

intestino delgado, estão representados diversos tipos de

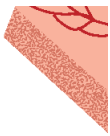
tecidos que ocorrem nessa estrutura.



A) amido e maltose. A) conjuntivo.

B) gorduras e ácidos graxos. B) epitelial prismático simples.

C) lactose e galactose. C) muscular estriado.



D) peptídeos e aminoácidos. D) muscular liso.

E) sacarose e glicose. E) nervoso.

04. (PUC Minas) Assinale a alternativa que **NÃO** contém um

hormônio envolvido na digestão humana. **08.** (FCC-BA) Se, por uma razão qualquer, não mais ocorresse

síntese de gastrina numa pessoa, qual das substâncias a

A) Gastrina

seguir não continuaria a ser digerida normalmente?

B) Secretina

C) Colecistocinina A) Sacarose

D) Enterogastrona B) Lactose

E) Tripsina C) Gordura

D) Amido

05. (PUC Minas) O intestino humano é o hábitat de

E) Proteína

muitas bactérias que vivem simbioticamente com o

nosso organismo. Elas podem obter energia para seu

crescimento da parte não aproveitada dos alimentos

09. (FCMMG) Albert Christian Theodor Billroth (1829-1894)

que ingerimos. Podemos atribuir a essa flora bacteriana foi o primeiro cirurgião que realizou, com êxito, operações

residente as seguintes funções, **EXCETO** no estômago para corrigir, por exemplo, úlceras gástricas.

A) proteção contra micro-organismos patogênicos Na mucosa do estômago, há produção de várias

transitórios. substâncias importantes para a digestão, tais como

B) produção de vitamina K.

A) lipase e tripsina.

C) digestão da celulose e liberação de glicose para o

B) enzima e ácido.

organismo.

D) fermentação e produção de gases. C) gastrina e vitamina B_{12}.

D) substâncias alcalinas para o equilíbrio do pH no suco

06. (FUVEST-SP) No homem, as proteínas começam a ser gástrico.

digeridas por enzimas produzidas

A) pelo pâncreas. **10.** (PUC Rio–2011) As proteínas alimentares são digeridas

em etapas, até que seus produtos finais, os aminoácidos,

B) pelo estômago.

possam ser absorvidos. O gráfico abaixo mostra a relação

C) pelo duodeno.

entre a quantidade de aminoácidos formados em três

D) pelas glândulas salivares. compartimentos do tubo digestório algum tempo após a

E) pelo fígado. ingestão de uma refeição rica em proteínas.

13. (UFRJ) Em uma campanha publicitária divulgada pela

televisão, uma pessoa “ataca” a geladeira, à noite, e

pega um pedaço de bolo. Nesse momento, uma criatura

representando uma enzima do estômago adverte: “você

vai empanturrar e descansar enquanto eu vou ficar

trabalhando a noite toda”.

Como sabemos, os bolos são feitos basicamente de

farinha de trigo, açúcar e manteiga.

INDIQUE os órgãos produtores de enzimas digestivas que

quantidade de aminoácido teriam “mais razões para reclamar”, se a fisiologia digestiva

fosse rigorosamente observada. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

X Y Z

14. (UFV-MG) O esquema a seguir representa uma seção do

Os compartimentos estômago, duodeno e jejunoíleo tubo digestório humano com alguns anexos. Observe as

estão representados no gráfico pelas barras identificadas, indicações e resolva os itens.

respectivamente, por

V

A) Y, X e Z. C) Z, X e Y. I

B) X, Y e Z. D) Y, Z e X.

11. (UFC) Atualmente, uma das áreas da pesquisa médica

onde se investe muito é a que trata das questões de

obesidade, um mal cada vez mais frequente no mundo

ocidental.

Recentemente, um medicamento foi lançado com II III

promessas de auxiliar nos tratamentos de redução

A) **CITE** o nome do substrato digerido pela principal

BIOLOGIA

do peso corporal. O mecanismo de ação da droga é a

enzima produzida em I.

inibição da digestão dos lipídios no trato digestório e a

B) Qual a função da substância armazenada em IV?

consequente redução da absorção de gorduras. Assinale

C) Pacientes com problemas de metabolismo da glicose

a alternativa que **MELHOR** explica o mecanismo de ação

podem apresentar disfunção de secreção endócrina

dessa droga. do anexo indicado por qual número?

A) Estimula a liberação de ácidos biliares, que atuam no **15.** (PUC-Campinas-SP / Adaptado) Uma determinada

intestino.

enzima, retirada de um órgão do sistema digestório

B) Inibe a ação da lipase pancreática, que atua no

humano, foi distribuída igualmente em oito tubos de

intestino.

ensaio. O tipo de alimento e o pH de cada tubo estão

C) Inibe a ação das enzimas proteolíticas no intestino. indicados na tabela a seguir:

D) Estimula o processo de emulsificação das gorduras.

E) Estimula os processos de hidrólise das gorduras. **Tubo de ensaio Alimentos adicionados pH**

I Pão 12,0

12. (UFTM-MG–2010) O consumo excessivo de bebidas II Pão 7,0

alcoólicas pode causar quadros de pancreatite. Nesse III Carne 3,0

distúrbio, as enzimas são retidas no pâncreas e podem IV Carne 7,0

causar lesões e inflamação da glândula. Portanto, o V Arroz 12,0

álcool não afeta somente o fígado, como muitas pessoas VI Arroz 3,0

pensam. Assim, um alcoólatra pode desenvolver VII Ovo 12,0

distúrbios no sistema digestório e, dessa forma, ter um VIII Ovo 7,0

prejuízo na digestão de

Os tubos de ensaio foram mantidos a 37 ºC e,

A) proteínas, apenas.

após algumas horas, observou-se a digestão do

B) proteínas e lipídios, apenas. alimento apenas no tubo III. Com base nesses dados e

C) lipídios e carboidratos, apenas. conhecimentos adquiridos, responda:

D) carboidratos, proteínas e lipídios, apenas. A) Qual foi a enzima utilizada no experimento?

E) proteínas, lipídios, carboidratos e ácidos nucleicos. B) De qual órgão essa enzima foi retirada?

Frente B Módulo 08

01. GABARITO Durante a digestão dos alimentos em nosso organismo, SEÇÃO ENEM

participam diversas enzimas que atuam em diferentes

Fixação

segmentos do nosso tubo digestório. A ptialina, por exemplo, atua na cavidade bucal; a pepsina, na cavidade

01. C

estomacal, enquanto a tripsina, a lipase e a enteroquinase exercem suas ações na cavidade do duodeno. 02. B

No gráfico a seguir, as letras A e B indicam os pontos 03. B

ótimos de pH de duas enzimas que atuam no nosso processo digestivo. 04. D

05. B

A B Propostos

01. E

locidade da reação 02. D Ve

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 pH 03. A

Com base nas informações do gráfico e em outros 04. E

conhecimentos sobre o sistema digestório humano, é correto

dizer que os pontos **A** e **B** correspondem, respectivamente, 05. C

aos pontos ótimos de atuação das enzimas 06. B

A) tripsina e pepsina. D) pepsina e tripsina. 07. C

B) ptialina e lipase. E) lipase e ptialina. 08. E

C) tripsina e enteroquinase.

09. B

02. (Enem–2010) Para explicar a absorção de nutrientes, bem 10. D

como a função das microvilosidades das membranas das 11. B

células que revestem as paredes internas do intestino

delgado, um estudante realizou o seguinte experimento: 12. E

Colocou 200 mL de água em dois recipientes. No primeiro 13. Os órgãos que teriam mais razões para reclamar

recipiente, mergulhou, por 5 segundos, um pedaço de seriam as glândulas salivares, o intestino e o

papel liso, como na figura 1; no segundo recipiente, fez o pâncreas, e não o estômago. Os ingredientes

mesmo com um pedaço de papel com dobras simulando usados no preparo do bolo são ricos em

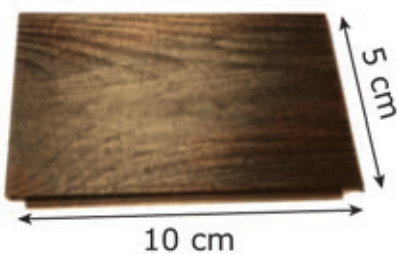
as microvilosidades, conforme figura 2. Os dados obtidos

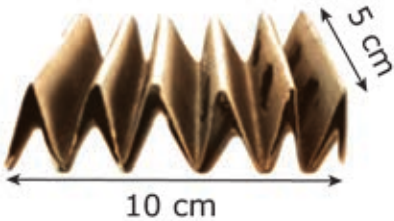
carboidratos e em gorduras. Os carboidratos são

foram: a quantidade de água absorvida pelo papel liso

foi de 8 mL, enquanto pelo papel dobrado foi de 12 mL. digeridos por enzimas produzidas pelas glândulas

salivares, pelo pâncreas e pelo intestino. Já as





gorduras são digeridas no intestino por enzimas

produzidas pelo próprio intestino e pelo pâncreas.

14. A) Proteí

B) Emulsificar as gorduras, facilitando, assim,

a ação das lipases.

Com base nos dados obtidos, infere-se que a função C) II (pâncreas).

das microvilotsidades intestinais com relação à absorção 15. A) Pepsina.

de nutrientes pelas células das paredes internas do

intestino é a de B) Estômago.

A) manter o volume de absorção.

B) aumentar a superfície de absorção.

Seção Enem

C) diminuir a velocidade de absorção.

D) aumentar o tempo de absorção. 01. D 02. B

E) manter a seletividade na absorção.

46 Coleção Estudo BIOLOGIA MÓDULO FRENTE Equinodermos e 13 C protocordados

EQUINODERMOS Placa

Pés Ampola ambulacrários madrepórica

Características gerais Canal

circular

Os equinodermos (do grego *echinos*, espinho; *derma*, pele)

Canal radial

são metazoários exclusivamente marinhos, bilatérios (na fase Placa madrepórica de larva) e radiados (na fase adulta), triblásticos, celomados (entrada de água do Pés

mar no sistema) ambulacrários

e deuterostômios. A deuterostomia é uma característica que

Vista dorsal, externa Vista interna, esquemática

aproxima evolutivamente os equinodermos dos

cordados.

Sistema ambulacrário em estrela-do-mar

Esses animais possuem um endoesqueleto (esqueleto

interno) situado sob a epiderme, de origem mesodérmica

Canal pétreo Placa madrepórica

(originário do mesoderma), constituído de placas calcárias

fixas ou articuladas (móveis), de espinhos e de pedicelárias

(pequenas pinças que fazem a limpeza da superfície do corpo).

Ânus

Ampolas

Canal

circular

Pápula Espinho Pedicelária Pés Canal radial ambulacrários

Epiderme *Sistema ambulacrário da estrela-do-mar – Todos os canais*

do sistema ambulacrário (canal pétreo, canal circular, canais

radiais) fazem parte do esqueleto do animal, sendo, portanto,

Placa calcária Parede do corpo *estruturas rígidas. As ampolas e os pés ambulacrários são*

estruturas musculares contráteis. A água do mar penetra

no sistema ambulacrário através da placa madrepórica ou

Estrela-do-mar

madreporito, estrutura toda perfurada que está em contato

Nos outros invertebrados, o esqueleto, quando presente, *com o meio externo, isto é, com a água do mar. O canal pétreo*

é de origem ectodérmica. Ter endoesqueleto mesodermal *conecta a placa madrepórica ao canal circular, da qual partem*

os canais radiais. Dos canais radiais, partem canais menores

é mais uma característica que aproxima evolutivamente os

que se comunicam com as ampolas e com os pés ambulacrários.

equinodermos dos cordados.

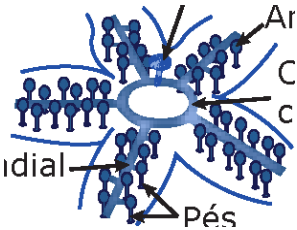
A água, então, penetra pela placa madrepórica e chega ao canal

Os equinodermos possuem um sistema típico e exclusivo, *circular, do qual se distribui pelos canais radiais, atingindo as*

o sistema ambulacrário (ambulacral) ou hidrovascular, cuja *ampolas e os pés ambulacrários. Ao contrário do que ocorre*

com as ampolas, que possuem músculos em várias direções,

principal função é a locomoção, embora também auxilie



os pés ambulacrários possuem apenas músculos longitudinais.

na respiração (troca de gases) e na excreção. O sistema *Assim, a contração da ampola empurra a água para o pé*

ambulacrário é formado por um conjunto de canais, *ambulacrário, provocando o alongamento deste; o relaxamento*

ampolas e pequenos pés (pés ambulacrários), que contêm *da ampola provoca a retração do pé. Desse modo, é feita a*

internamente a própria água do mar. *locomoção dos equinodermos.*

Frente C Módulo 13

O sistema digestório dos equinodermos é formado por Ânus

um tubo digestório completo (com exceção dos ofiuroides Espinho

móvel

ou ofiúros, que não possuem ânus).

Estrela-do-mar Ouriço-do-mar

REGIÃO ABORAL REGIÃO ABORAL

Ânus Intestino

Ânus Epiderme

Endoesqueleto

Boca Boca

REGIÃO ORAL Pedicelária REGIÃO ORAL
Brânquia Boca

Dente

Lírio-do-mar

REGIÃO ABORAL ***Ouriço-do-mar*** *– Nos ouriços-do-mar, existem brânquias que*

Boca Ânus *se estendem para fora da membrana que circunda a boca.*

Tentáculos

Epiderme

Endoesqueleto

REGIÃO ORAL Boca

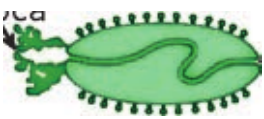
Serpente-do-mar Pepino-do-mar

REGIÃO ABORAL REGIÃO ABORAL

Boca Ânus

Boca Intestino

REGIÃO ORAL REGIÃO ORAL



Tubo digestório dos equinodermos *– Em alguns, como nas estrelas-do-mar e nos ouriços-do-mar, a boca localiza-se na face inferior (face oral) e o ânus na face superior (face aboral).*

Á

Placa respiratória madrepórica

Espinho Ânus Epiderme

Canal radial

Canal Ampolas ***Pepino-do-mar (Holotúria)*** *– Nos pepinos-do-*

mar (holotúrias),

circular *existe uma árvore respiratória, que se compõe de brânquias*

situadas no interior do corpo do animal.

Pedicelária Nos equinodermos, não há um sistema circulatório típico,

mas um conjunto de canais que circundam a boca e que

Dente Pés também são encontrados abaixo dos canais do sistema Boca ambulacrários ambulacrário. No interior desses canais, há um líquido

Ouriço-do-mar *– Nos ouriços-do-mar, há um conjunto de* incolor com células livres, os amebócitos, que recolhem

cinco dentes ao redor da boca. Esses dentes constituem a os catabólitos e os levam até as brânquias dérmicas.

chamada lanterna-de-Aristóteles e servem para o animal raspar Não possuem coração. Esse sistema dos equinodermos é de

a superfície de rochas onde crescem algas das quais se alimenta. difícil visualização e denomina-se sistema hemal.

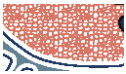
A respiração é feita através de brânquias ou por A excreção é feita por difusão ao longo de todo o sistema

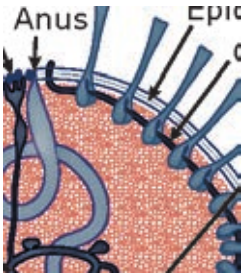
difusão ao longo de todo o sistema ambulacrário. ambulacrário, principalmente pelos pés ambulacrários.

As estrelas-do-mar possuem pequenas brânquias moles, Nas estrelas-do-mar, a excreção também se faz através das

denominadas pápulas, que se projetam da cavidade do corpo pápulas (brânquias). Assim, além da função respiratória

entre os espinhos e as pedicelárias. (troca de gases), as pápulas também ajudam na excreção.




Anus


nte

Ânus

ria

Equinodermos e protocordados

O sistema nervoso é difuso com cordões nervosos. **Ophiuroidea (ofiuroides)** – São parecidos com a estrela-

Anel nervoso central do-mar, devido aos braços longos, finos, flexíveis, usados

para a locomoção. Exemplo: estrela-serpente, serpente-

do-mar ou ofiúro.

Holothuroidea (holoturoides) – Possuem esqueleto

Rede nervosa reduzido a placas microscópicas. Por isso, seu corpo é mole,

o que é compensado com maior capacidade de locomoção.

Cordão nervoso Exemplo: pepino-do-mar ou holotúria. Em alguns países,

esses animais são consumidos como alimento.

Crinoidea (crinoides) – Representada pelo lírio-do-mar,

que vive preso por ramificações em rochas ou em outros

Estrela-do-mar *– O sistema nervoso é formado por uma rede* suportes. *nervosa difusa de localização subepidérmica, semelhante à dos*

celenterados, e por um anel nervoso situado ao redor da região Lírio-do-mar *bucal, da qual partem cordões nevosos radiais.* (Crinoide)

Serpente-do-mar

Os equinodermos são de vida livre. Não existem espécies (Ofiuroide)

parasitas, e não formam colônias.

São dioicos, sem dimorfismo sexual, de fecundação

externa e desenvolvimento indireto. Há vários tipos de

larvas ciliadas de simetria bilateral que são encontradas

livremente e fazem parte do zooplâncton marinho. Pepino-do-mar Entre as larvas desses animais, destacam-se a *pluteus* ou (Holoturoide) plúteo (larva de ouriço-do-mar e das serpentes-do-mar)

e a bipinária (larva das estrelas-do-mar).

BIOLOGIA

Os equinodermos possuem elevada capacidade de

regeneração. Estrelas-do-mar, por exemplo, podem Bolacha-do-mar regenerar um ou mais braços perdidos, podendo, inclusive, (Equinoide) Ouriço-do-mar

(Equinoide)

realizar autotomia (do grego *autos*, por si próprio,

e *tomos*, divisão), desfazendo-se de braços quando

presos em rochas ou por predadores. Em seguida,

por regeneração, a estrela-do-mar produz um novo braço.

Estrela-do-mar

As holotúrias (pepinos-do-mar) são capazes de (Asteroide)

realizar a evisceração (expulsão voluntária das vísceras),

Exemplos de equinodermos

um interessante mecanismo de defesa para tentar escapar

do ataque de predadores. Quando atacada, a holotúria Existem algumas semelhanças observadas no

pode eliminar parte de suas vísceras, como os intestinos desenvolvimento embrionário dos equinodermos e dos

e as gônadas. O predador, distraído com o “presente”

cordados que constituem fortes evidências de que esses

oferecido, permite a fuga da holotúria. Com o tempo, ocorre dois grupos de animais têm um parentesco evolutivo, isto é,

a regeneração das partes perdidas. tiveram um ancestral comum. Uma dessas evidências é a

deuterostomia, ou seja, nesses dois grupos de animais,

Classificação

o blastóporo origina o ânus.

Outra evidência é a origem do celoma. Em todos os

Os equinodermos estão distribuídos em cinco classes

invertebrados, com exceção dos equinodermos, o celoma

principais. São elas:

tem origem esquizocélica. Nos equinodermos, assim

Asteroidea (asteroides) – Possuem um disco central como nos cordados, o celoma tem origem enterocélica.

do qual saem cinco braços (às vezes mais). Exemplo: São, portanto, animais enterocelomados. estrela-do-mar.

Também o esqueleto interno de origem mesodermal é

Echinoidea (equinoides) – Não possuem braços. outra característica comum que aproxima evolutivamente

Exemplo: ouriço-do-mar. esses dois grupos de animais.

Frente C Módulo 13

CORDADOS Veja, no quadro a seguir, a classificação dos cordados, adotada pela maioria dos autores.

O filo Chordata (cordados) é formado por animais

bilatérios, triblásticos, celomados e deuterostômios. Esses **Filo Chordata (cordados)**

animais apresentam três características típicas, encontradas, **Grupo Acraniata** ou **Grupo Craniata** pelo menos, em estágios do desenvolvimento embrionário, **Acrania** (presença de crânio) (ausência de crânio) que são: notocorda, fendas branquiais e tubo nervoso dorsal.

- **Subfilo Subfilo Euchordata** **Notocorda (corda dorsal)** – Estrutura fibrosa **Urochordata** ou ou **Vertebrata** que confere sustentação ao corpo do animal. **Tunicata** (eucordados ou vertebrados) (urocordados ou Nos cordados vertebrados, a notocorda é substituída, tunicados) durante o desenvolvimento embrionário, pela coluna **Agnatos Gnatostomados** (sem vertebral; em outros, como no anfioxo, a notocorda **Subfilo** (com mandíbulas) mandíbulas) **Cephalochordata** persiste durante toda a vida do animal. (cefalocordados)

- **Fendas branquiais** – Pequenos orifícios encontrados **Classe**

  na faringe e que servem para a filtração de alimentos **Chondrichthyes**

  ou para a respiração. Em alguns cordados, como nos (peixes cartilaginosos) peixes, as fendas branquiais persistem nos indivíduos

adultos; em outros, como na maioria dos anfíbios, **Classe**

Osteichthyes

répteis, aves e mamíferos, as fendas branquiais

(peixes ósseos)

estão presentes apenas nos embriões, fechando-se

no decorrer do desenvolvimento do animal. **Classe Classe**

• **Cyclostomata Amphibia** **Tubo nervoso dorsal** – Estrutura originada de uma (ciclostomados) (anfíbios) invaginação da ectoderme. Nos demais grupos de

animais, o sistema nervoso, quando presente, é difuso **Classe Reptilia**

ou ventral (tubo nervoso localizado ventralmente no (répteis)

corpo do animal). Nos cordados, o tubo nervoso ocupa **Classe das Aves**

posição dorsal e dele partem nervos, com fibras que

inervam os órgãos internos e a musculatura. **Classe**

Mammalia

(mamíferos)

Classificação

O filo Chordata (cordados) é subdividido em três subfilos:

subfilo Urochordata ou Tunicata (urocordados ou tunicados), PROTOCORDADOS subfilo Cephalochordata (cefalocordados) e subfilo

Euchordata ou Vertebrata (eucordados ou vertebrados). Urocordados (Urochordata)

Os urocordados e os cefalocordados são os mais

ou Tunicados (Tunicata)

primitivos e, por isso, formam o grupo dos protocordados.

Os protocordados são cordados invertebrados e, por não

Constituem o maior grupo de protocordados (cerca de 2 000

possuírem crânio, também formam o grupo Acraniata.

espécies) e têm como representantes mais característicos as

Os eucordados, ou vertebrados, constituem cerca de 95% ascídias, também conhecidas por seringas-

do-mar.

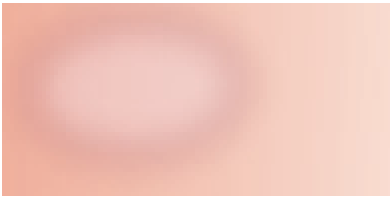
de todas as espécies de cordados. São mais evoluídos e

formam o grupo Craniata, ou seja, cordados que possuem Cordão nervoso Coração dorsal crânio. Estão subdivididos em agnatos (sem mandíbulas) e Fendas branquiais Notocorda gnatostomados (com mandíbulas). Os agnatos atuais estão faringeanas

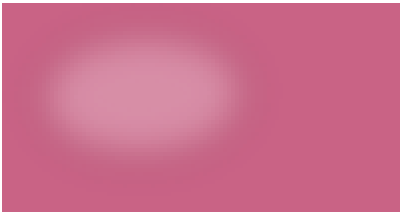
distribuídos em uma única classe, a classe *Cyclostomata*

(ciclostomados, também chamados de peixes sem

mandíbulas). Os *gnatostomados* englobam representantes



de cinco classes: classe *Chondrichthyes* (condrictes ou Estômago E



peixes cartilaginosos), classe *Osteichthyes* (osteíctes ou Saída Saída peixes ósseos), classe *Amphibia* (anfíbios), classe *Reptilia* Entrada Entrada

(répteis), classe das aves e classe *Mammalia* (mamíferos). *Larva*

Equinodermos e protocordados

Sifão de entrada de água + O Embora sejam capazes de se reproduzir assexuadamente + alimento 2

por brotamento, as ascídias, que são animais hermafroditas,

normalmente se reproduzem por fecundação externa e têm

Túnica

desenvolvimento indireto. As larvas têm cauda desenvolvida.

Boca

Sifão cloacal

Faringe Cefalocordados (Cephalochordata)

Canal deferente

Fendas branquiais e oviduto

Animais exclusivamente marinhos, de pequeno tamanho

Intestino Intestino (5 ou 6 cm), com notocorda que se estende dorsalmente

Esôfago ao longo de todo o corpo, dando rigidez ao animal.

(testículo e ovário) O representante típico é o *Amphioxus* (anfioxo). Gônadas

Estômago

Glândula digestiva

Cirros

Coração sensoriais

Adulto

Ascídia (urocordado) *– Como os demais protocordados,* Musculatur *as ascídias são animais exclusivamente marinhos.* segmentada *Na fase larvária, têm dimensões microscópicas e fazem parte do*

plâncton. Os indivíduos adultos são sésseis (fixos em rochas),

têm cerca de 10 cm e podem ser encontrados vivendo isolados ou

em colônias. O corpo dos indivíduos adultos é revestido por uma

túnica protetora (daí o nome tunicados) formada por tunicina

(polissacarídeo semelhante à celulose). Essa túnica apresenta

duas aberturas ou sifões: sifão inalante, pelo qual entram a

BIOLOGIA

água, os nutrientes e o oxigênio, e sifão exalante, pelo qual sai

Aspecto geral do anfioxo *(do grego* Amphis*, duas, e* oxys*,*

a água com excretas e, eventualmente, até gametas.

pontas) – O anfioxo vive semienterrado na areia do fundo do

mar, saindo periodicamente para procurar alimento.

Os urocordados são animais filtradores. Fazem a água

do mar circular através do seu corpo, dela retirando O tubo digestório é completo. A boca é rodeada por

alimento e o gás oxigênio e eliminando excreções e

tentáculos filiformes que contêm células sensoriais,

gás carbônico. A água penetra no corpo através do

chamados cirros. Essas células impedem a entrada

sifão inalante, atravessa as fendas branquiais e cai na

de partículas muito grandes através da boca. Assim

cavidade atrial, da qual é eliminada do corpo, através do

como os urocordados, os cefalocordados também são

sifão exalante. Quando a água passa através das fendas

animais filtradores.

branquiais, os organismos microscópicos do plâncton

grudam no muco que recobre a superfície das fendas. A respiração é branquial, a circulação é aberta e

Os micro-organismos capturados são, então, conduzidos a excreção é feita por protonefrídios (solenócitos)

ao estômago pelo batimento de cílios, presentes nas situados na região dorsal da faringe. Os canais desses

células que revestem a faringe. protonefrídios se abrem no átrio (cavidade ao redor da

Nos urocordados, a notocorda fica restrita à região faringe), que possui um poro (abertura), o atrióporo. Essas

caudal das larvas (daí o nome urocordados). Durante a células excretoras do anfioxo são muito semelhantes às

metamorfose para a fase adulta, a cauda regride e, com células-flama dos platelmintos.

ela, a notocorda. Por essa razão, alguns autores dizem que O sistema nervoso é constituído de um longo tubo nervoso

os urocordados apresentam metamorfose regressiva ao

(tubo neural) dorsal.

passarem do estágio larval para o estágio adulto.

São animais dioicos que se reproduzem sexuadamente

O sistema digestório desses animais é formado por tubo

por fecundação externa.

digestório completo, a respiração é branquial e o sistema

circulatório é aberto. O sangue é esverdeado devido à O anfioxo é um animal de grande importância biológica,

presença de um pigmento respiratório que possui vanádio especialmente em estudos de embriologia comparada

---

na molécula. dos cordados.

■

■

[redacted]

[redacted]

Frente C Módulo 13

LEITURA COMPLEMENTAR 02.

(PUC Minas) Os equinodermos, à primeira vista, estão

mais relacionados com os invertebrados inferiores.

No entanto, estão, evolutivamente, relacionados aos

Os hemicordados

cordados
porque

O nome hemicordado significa “meia-corda”, uma vez que A) são deuterostômios.

uma pequena estrutura localizada na região anterior do corpo B) são diblásticos celomados.

foi considerada, inicialmente, por alguns zoólogos, como uma C) a epiderme é monoestratificada.

notocorda reduzida. Posteriormente, descobriu-se que essa D) o sistema digestório é completo.

estrutura não era equivalente à notocorda dos cordados. Mesmo E) possuem sistema ambulacral.

assim, manteve-se a denominação e criou-se para eles um filo

independente (filo Hemichordata). **03.** (FESP-PR) Equinodermos são animais

Os hemicordados são animais de vida livre, exclusivamente A) protostômios, acelomados e de simetria radial.

marinhos, que vivem na zona das marés, no interior de B) acelomados, protostômios e de simetria bilateral na

galerias escavadas na areia. O tamanho pode variar de alguns fase larval.

centímetros a 1 metro. As espécies do gênero *Balanoglossus* C) celomados, deuterostômios e de simetria radial.

são as mais representativas do grupo. D) celomados, protostômios e de simetria radial na fase

adulta.

Esses animais possuem tubo digestório completo, fazem E) deuterostômios, acelomados e de simetria radial.

respiração branquial, a circulação é aberta e a excreção é feita

por uma glândula especial localizada na probóscide. **04.** (ACAFE-SC) São representantes do filo Echinodermata:

O sistema nervoso é formado por dois nervos longitudinais: A) Crinoides, ouriço-do-mar, corais.

um dorsal e outro ventral, ligados por um nervo circular, B) Corais, holotúrias, crinoides.

na região anterior do corpo. C) Euglena, ouriço-do-mar, crinoides.

D) Ouriço-do-mar, ofiúros, holotúrias.

São animais dioicos que fazem fecundação externa.

E) Ostras, ofiúros, crinoides.

O desenvolvimento é indireto, com uma larva ciliada, a tornária,

que é semelhante às larvas de alguns equinodermos. **05.** (FUVEST-SP) No desenvolvimento dos cordados,

(Probóscide) Fendas outros animais. Assinale a alternativa que inclui esses branquiais Tromba três caracteres gerais salientam-se, distinguindo-os de

três caractere

A) Notocorda, três folhetos germinativos, tubo nervoso

dorsal.

B) Corpo segmentado, tubo digestório completo, sistema

Poro anal nervoso dorsal.

C) Simetria bilateral, corpo segmentado, notocorda.

Balanoglosso (língua dilatada) – *Possuem corpo alongado,* D) Simetria bilateral, três folhetos germinativos,

vermiforme, com duas partes distintas: uma probóscide ou tromba notocorda.

e um tronco alongado. A probóscide é utilizada na perfuração de E) Tubo nervoso dorsal, notocorda, fendas branquiais na

galerias na areia das praias. A base da tromba apresenta um faringe.

colarinho e, sob este, fica a boca do animal. No tronco, existem

as seguintes regiões: branquial (com brânquias), genital (com

gônadas), hepática e terminal (com intestino e ânus).

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO **01.** (OSEC-SP)

Assinale a alternativa que aponta o **ERRO** **01.** (PUC-SP) Qual das afirmações é **INCORRETA** em relação cometido na caracterização do

filo Echinodermata:

aos equinodermos? “São animais exclusivamente marinhos, de organização

São animais pentarradiada, com larvas de simetria bilateral, esqueleto

A) que apresentam esqueleto interno situado sob a calcário externo, triblásticos e deuterostômios”.

epiderme. A) Animais exclusivamente marinhos

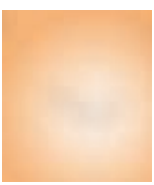
B) protostômios. B) Larvas de simetria bilateral

C) deuterostômios. C) Esqueleto calcário externo

D) triblásticos, celomados. D) Triblásticos

E) sem dimorfismo sexual. E) Deuterostômios

52 Coleção Estudo



Equinodermos e protocordados

02. (UFMG) C) um ouriço-do-mar, sendo os números 1, 2 e 3:

o ânus, o intestino e a boca, respectivamente.

D) uma estrela-do-mar, sendo os números 1, 2 e 3:

a boca, o intestino e o ânus, respectivamente.

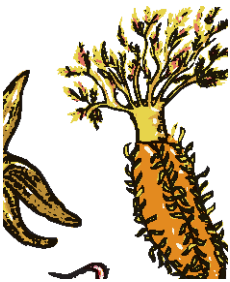
E) um pepino-do-mar, sendo os números 1, 2 e 3:

a boca, o intestino e o ânus, respectivamente.

06. (UnB-DF) O anfioxo constitui-se em um precioso elo para

o estudo da evolução. Ele é um animal que apresenta

todas as características a seguir, **EXCETO**



A) Pertence ao filo Chordata.

Em relação a esses animais, todas as alternativas estão B) É mais evoluído do que os peixes.

corretas, **EXCETO** C) É encontrado apenas em ambientes marinhos.

A) Pertencem a um mesmo filo. D) Apresenta respiração branquial.

B) Possuem hábitat marinho.

C) Possuem representantes parasitas. **07.** (VUNESP) É **CORRETO** afirmar que são possuidores de

D) Relacionam-se evolutivamente aos cordados. notocorda

E) Apresentam endoesqueleto. A) artrópodos e peixes.

03. (UEL-PR) Considere as seguintes características C) aves e crustáceos. B) anfíbios e anelídeos.

reprodutivas:

D) ciclóstomos e anfioxos.

I. Sexos separados.

II. Dimorfismo sexual. E) mamíferos e artrópodos.

III. Fecundação externa.

IV. Desenvolvimento indireto. **08.** (UFV-MG) Das alternativas a seguir, que característica

NÃO é própria dos cordados?

A) I e II. A) Notocorda C) I, II e IV. E) II, III e IV. BIOLOGIA Nos equinodermos, ocorrem, geralmente, apenas

B) II e III. B) Fendas branquiais D) I, III e IV.

C) Tubo nervoso ventral

04. (PUCPR) Com o nome lanterna-de-Aristóteles, D) Presença de boca e ânus

conhece-se o órgão animal que ocorre E) Simetria bilateral

A) no olho de certos peixes que habitam o fundo dos

oceanos. **09.** (Cesgranrio) Qualquer grupo animal apresenta

B) no sistema ovipositor de certos crustáceos. caracteres que lhe são peculiares, junto a outros

C) no sistema sensorial dos rotíferos. que são comuns a vários grupos. Esses caracteres

D) nas antenas dos aracnídeos. peculiares, que são geralmente utilizados na sua

E) no sistema digestório de equinodermos, mais caracterização taxonômica, estão presentes no embrião

propriamente no ouriço-do-mar. e podem persistir, alterar-se ou desaparecer no adulto.

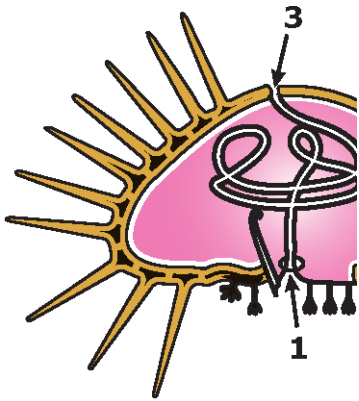
Com referência aos cordados, além do notocórdio,

05. quais dos caracteres relacionados lhes são peculiares e (Cesesp-PE) O esquema a seguir, representando a

estrutura interna de um equinodermo, diz respeito a os distinguem

de outros grupos animais?

3 A) Simetria bilateral e três folhetos embrionários.



B) Corpo segmentado e trato digestivo completo.

C) Celoma bem desenvolvido e sistema excretor.

D) Fendas branquiais na faringe e tubo nervoso dorsal

2

único.

E) Respiração pulmonar e sistema circulatório incluindo

um coração.

1 10. (Mackenzie-SP) Uma característica presente nos cordados

que os distingue dos não cordados é

A) um ouriço-do-mar, sendo os números 1, 2 e 3: a boca,

o intestino e o ânus, respectivamente. A) sistema nervoso dorsal. D) celoma.

B) uma estrela-do-mar, sendo os números 1, 2 e 3: B) metameria. E) triploblastia.

o ânus, o intestino e a boca, respectivamente. C) deuterostomia.

Frente C Módulo 13

11. (UFRN) A notocorda é um cordão de tecido conjuntivo Assim como nos cordados, no referido filo encontramos

que representa a primeira estrutura de sustentação do a seguinte característica:

corpo de um cordado, podendo persistir, alterar-se ou A) Exoesqueleto.

desaparecer nos adultos.

B) Tubo nervoso dorsal.

Pode-se afirmar que a notocorda, nos vertebrados,

C) Formação da notocorda durante o desenvolvimento

A) encontra-se apenas na fase adulta.

embrio

B) é substituída pelo progressivo aparecimento da coluna

vertebral. D) Deuterostomia.

C) existe concomitantemente com a coluna vertebral. E) Simetria radial.

D) persiste por toda a vida.

E) está presente nos embriões de alguns grupos. **02.**

12. 3

(UFV-MG) O filo Chordata agrupa exemplos de organismos 5

bastante diversificados. Entretanto, seus representantes

apresentam algumas características morfológicas em 4 2

comum, pelo menos em alguma fase do desenvolvimento.

Das características a seguir, aquela que **NÃO** é comum a

todos os Chordata é

1

A) fendas branquiais. D) respiração pulmonar.

B) tubo nervoso dorsal. E) celoma.

C) notocorda. A figura representa o anfioxo adulto, animal marinho de

13. (UEL-PR–2010) Os zoólogos consideram o Chordata a um grupo de cordados primitivos. Trata-se de aproximadamente 6 cm de comprimento, pertencente

como um grupo filogeneticamente mais próximo de um organismo que desperta grande interesse nos

Echinodermata do que de Arthropoda. cientistas, por estar no meio da transição evolutiva entre

Assinale a alternativa que contém uma característica invertebrados e vertebrados.

comum aos grupos Chordata e Echinodermata que não A notocorda ou corda dorsal é um bastão flexível de material

ocorre no grupo Arthropoda. gelatinoso que serve como suporte no embrião de todos

A) Três folhetos germinativos. os cordados e nos adultos cefalocordados como o anfioxo.

B) Simetria bilateral no estágio adulto. Na figura acima, tal estrutura está indicada pelo número

C) Formação da boca na extremidade oposta ao blastóporo.

D) Tubo digestório completo.

E) Celoma.

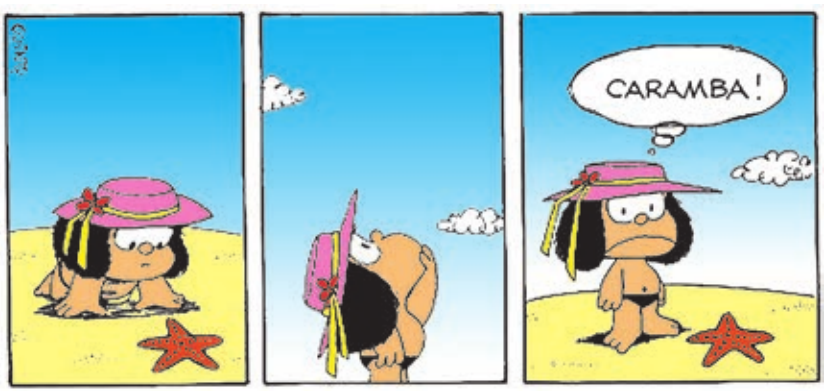
A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

GABAR

SEÇÃO ENEM

Fixaçã

01. Observe a tira a seguir:



01. B 02. A 03. C 04. D 05. E

Propos

01. C 02. C 03. D 04. E 05. A 06. B 07. D 08. C 09. D 10. A 11. B 12. D 13. C

QUINO. *Toda Mafalda*. São Paulo: Martins Fontes, 2001. p. 67 Seção Enem (Adaptação).

O invertebrado observado por Mafalda pertence ao filo 01. D 02. C

que, evolutivamente, é o mais próximo dos cordados.

Vertebrados: peixes 14 C

O estudo particular desse grupo de animais é feito por um O tubo digestório é completo. Há um fígado, e o intestino

ramo da zoologia denominado ictiologia (do grego *ichthyos*, possui uma válvula espiral (prega espiral), destinada a

peixe; *logos*, estudo). aumentar a superfície de absorção de nutrientes.

São animais aquáticos, de corpo geralmente alongado

Válvula espiral Válvul l

ou fusiforme, dotados de esqueleto interno, brânquias e

nadadeiras. Alguns são agnatos (sem mandíbulas),

mas a Intestino Intestin n

maioria é gnatostomada (com mandíbulas).

Os peixes constituem o maior grupo de vertebrados

(mais de 20 mil espécies) e podem ser distribuídos em três

classes: ciclostomados, condrictes e osteíctes.

Válvula espiral

CICLOSTOMADOS A respiração é branquial, a circulação é fechada e a

excreção é feita por meio de rins pronéfrons ou rins

mesonéfrons

Os ciclostomados ou ciclóstomos (do grego *kyklos*,

círculo; *stoma*, boca) são peixes agnatos (sem mandíbulas), As espécies podem ser monoicas (feiticeiras) ou dioicas

cujos representantes mais típicos são as lampreias e (lampreias). A reprodução é sexuada, por fecundação

as feiticeiras (“peixe-bruxa”), espécies de ocorrência externa, e o desenvolvimento pode ser direto (feiticeira) ou

restrita ao Hemisfério Norte, não havendo espécies de indireto (lampreias), com larvas chamadas amocete, muito

ciclóstomos no Brasil. semelhantes ao anfioxo.

CONDRICTES E OSTEÍCTES

Boca Os condrictes (peixes cartilaginosos) e os osteíctes (peixes

Lampreia ósseos) são peixes mandibulados (gnastotomados).

O esqueleto desses peixes pode ser totalmente cartilaginoso

Feiticeira (condrictes ou peixes cartilaginosos) ou ósseo (osteíctes ou

peixes ósseos), mas com algumas partes de cartilagem.

Boca Entre os peixes cartilaginosos, destacam-se os tubarões,

as arraias e as quimeras.

Ciclostomados *– As lampreias são parasitas hematófagos*

de peixes. Fixam-se às suas vítimas por meio de ventosas

e raspam-lhes a pele com os dentes e a língua e, então, Arraia Quimera

sugam-lhes os tecidos juntamente com o sangue, levando-os

à morte. As feiticeiras ou mixines geralmente são necrófagas,

embora também possam atacar peixes, penetrando em seu

interior através das brânquias e sugando suas partes moles.

Os ciclóstomos são animais aquáticos (dulcícolas e

marinhos) de corpo alongado que podem atingir 1 metro

de comprimento e possuem esqueleto apenas

cartilaginoso. ***Peixes cartilaginosos*** *– Nesses peixes, inclusive o crânio e as*

Neles, a notocorda persiste, no adulto, entre as vértebras *vértebras são cartilaginosos. Entre as vértebras que formam a*

cartilaginosas que a protegem. *coluna, é possível encontrar restos da notocorda.*

Frente C Módulo 14

Os peixes ósseos constituem o grupo mais numeroso Os peixes, como os demais vertebrados, possuem sistema

de peixes (cerca de 20 mil espécies) e, neles, restos da digestório constituído de um tubo digestório completo

e glândulas

notocorda também persistem entre as vértebras.
anexas (fígado e pâncreas). Não existem glândulas
salivares.

A boca ocupa posição ventral nos cartilaginosos,
enquanto, nos

As nadadeiras são formações laminares, com vários

ósseos, é anterior. A língua é pouco desenvolvida e os
dentes

raios internos de sustentação recobertos pela pele.
Além

são todos morfologicamente semelhantes uns aos
outros,

da locomoção, as nadadeiras, dependendo da espécie
de

variando apenas no tamanho, isto é, os peixes são
animais

peixe, podem desempenhar outras funções, como a de

homodontes (possuem homodontia, dentes
semelhantes).

proteção (ferrão venenoso, das arraias), a de impulsão
no ar

São também animais polifiodontes (formam várias
dentições,

(“peixe-voador”), a de estabilização e até a de cópula.

isto é, caem uns dentes, nascem outros). O intestino é curto

e apresenta a mesma espessura em toda a sua extensão.

Dorsal

Nos condrictes, o intestino possui uma válvula espiral,

Caudal enquanto, nos osteíctes, apresenta cecos pilóricos. Essas duas

estruturas têm a mesma finalidade: aumentar a superfície de

absorção dos nutrientes.

Ceco

Válvula espiral

Anal Peitorais (duas)

Pélvicas (duas)

Intestino Intestino

Tipos de nadadeiras *– Em função da posição de*

implantação Peixes cartilaginosos Peixes ósseos *no corpo, as nadadeiras são classificadas em ímpares e pares.*

Válvula espiral e cecos pilóricos

maior Nos peixes cartilaginosos, o intestino abre-se numa cloaca, Ramo

enquanto, nos ósseos, termina no ânus.

Ramo sem bifurcação

Os peixes fazem respiração branquial. As brânquias são

internas e se comunicam com a superfície externa do corpo

Ramos por meio das fendas branquiais. iguais

Ramo

menor

Homocerca Heterocerca Dificerca

Nadadeira caudal *– A nadadeira caudal pode ser*

homocerca (com ramos iguais), heterocerca (com ramo Opérculo *dorsal mais desenvolvido) e dificerca (sem bifurcação).*

Os peixes cartilaginosos (condrictes), em geral, possuem

nadadeira caudal heterocerca. Nos peixes ósseos, a nadadeira

caudal, em geral, é homocerca, existindo espécies, como os

peixes dipnoicos, que possuem nadadeira caudal dificerca.

Fendas branquiais

A pele dos peixes é constituída de duas camadas,

epiderme e derme, e apresenta glândulas mucosas
Brânquias *– Nos peixes cartilaginosos, existem cinco pares de*

que lubrificam a superfície do corpo e reduzem o
atrito *fendas branquiais descobertas, enquanto, nos peixes ósseos,*

existem quatro pares de fendas branquiais cobertas pelos opérculos.

com a água durante a natação. O corpo dos peixes é

recoberto por estruturas anexas denominadas escamas.
Nos peixes, a água entra pela boca, passa à faringe,

Nos cartilaginosos, as escamas são do tipo placoide, banha as brânquias e sai pelas fendas branquiais. Os peixes

Vertebrados: peixes

Peixe cartilaginoso

$H_2O + O_2$ Pneumoduto
Bexiga

natatória

Espiráculo

Boca

branquiais Fendas Tubo Opérculo Faringe Ânus digestório

Bexiga natatória *– Peixe fisóstomo.*

H O + CO_2 Esôfago A bexiga natatória tem função hidrostática, uma vez que

promove o ajustamento do peso específico do animal em relação

ao da água. Os fisóstomos engolem o ar na superfície para

H encher a bexiga natatória e soltam-no pela boca para esvaziá-la. O + O_2 **Peixe ósseo**

$_2$ Alguns fisóstomos podem usar a bexiga natatória Boca

Boca

Válvula como órgão auxiliar na respiração, sendo que, então,

oral esse orgão atua como pulmão.

Opérculo Os peixes fisóclistos e também os fisóstomos possuem,

Opérculo na parede da bexiga natatória, uma estrutura denominada

Faringe glândula de gás. Essa glândula retira gases do sangue

(principalmente O_2), lançando-os no interior da bexiga

Esôfago $H_2O + CO_2$ $H_2O + CO_2$ natatória e aumentando, assim, a pressão interna.

Esôfago

Nos fisóstomos, a diminuição da pressão do gás na bexiga BIOLOGIA

Inspiração (inalação) Expiração (exalação) natatória é feita pelo duto pneumático. Já nos fisóclistos,

isso ocorre por meio de uma estrutura denominada oval,

Mecanismo respiratório dos peixes *– Nos peixes cartilaginosos,*

pela qual os gases da bexiga difundem-se para o sangue.

a água entra pela boca e também pelos espiráculos, passa pelas

Quando o peixe está nas águas mais superficiais e vai

brânquias, saindo através das fendas branquiais. Nos peixes ósseos,

a água entra pela boca, quando a válvula oral está aberta e os descer, os gases difundem-se para o interior dos vasos e,

opérculos fechados. Como consequência da contração da cavidade assim, o volume da bexiga natatória diminui, a densidade

bucal, a válvula oral se fecha e a água é empurrada através das do animal aumenta e ele afunda. Quando está em águas

brânquias, saindo para o exterior pela abertura do opérculo. mais profundas e vai subir, os gases difundem-se dos vasos

para o interior da bexiga natatória que, então, aumenta

Os peixes dipnoicos (também chamados de “peixes de volume, diminuindo a densidade do animal e fazendo-o

pulmonados”) são peixes ósseos que, além da respiração

subir. Em outras palavras, para encher a bexiga, a glândula

branquial, também são capazes de realizar troca de

mobiliza gases do sangue; para esvaziá-la, os gases são

gases na bexiga natatória, que funciona, então, como

eliminados para o sangue.

um pulmão.

A bexiga natatória é uma estrutura presente na maioria Veia cardinal posterior

dos peixes ósseos. Trata-se de uma bolsa contendo Aorta dorsal

gases (O , CO e N), cujas paredes são vascularizadas. 2 2 2

Em alguns peixes, a bexiga natatória permanece ligada à

Corpo oval

faringe por um canal, o duto pneumático ou pneumoduto;

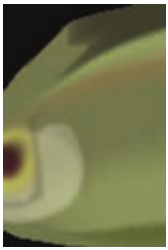
outros não possuem mais o duto pneumático e, portanto, Bexiga natatória não há ligação anatômica entre a bexiga natatória e

a faringe. Os que possuem o duto pneumático são Fígado denominados fisóstomos (*fiso,* bexiga; *stoma*, boca).

Rede de capilares

Os que não possuem esse duto são denominados fisóclistos

(*clisto*, fechado). *Bexiga natatória e estruturas anexas.*



Frente C Módulo 14

A presença de uma vesícula cheia de gases em um peixe A osmorregulação consiste na manutenção de taxas

permite-lhe reduzir a densidade de seu corpo até um normais de água e sais no meio interno do organismo.

determinado nível, fazendo-o permanecer imóvel e flutuar. Através de mecanismos de homeostase (equilíbrio),

o organismo procura manter constante a composição dos

Nos peixes dipnoicos, a bexiga natatória também funciona

seus líquidos orgânicos (sangue, linfa, líquidos intercelulares).

como um “pulmão primitivo”, realizando troca de gases. Esses líquidos do corpo devem ficar num estado de constante

Um bom exemplo desses peixes é a piramboia, encontrada na equilíbrio osmótico com as células e os tecidos. Qualquer desvio

Amazônia. Esses animais vivem em ambientes estagnados na concentração de solutos, nesses líquidos, pode provocar

com baixa concentração de oxigênio e, por isso, dirigem-se passagens consideráveis de água do meio intracelular para o

periodicamente para a superfície para respirar, utilizando a extracelular ou vice-versa. Para que não ocorram alterações do

bexiga como pulmão. equilíbrio osmótico, os organismos utilizam os mais diversos

expedientes para controlar a concentração de água nos seus

Há alguns anos, acreditava-se que, pelo fato de

líquidos biológicos.

os condrictes não possuírem bexiga natatória, eles

necessitavam nadar ativamente para manterem-se na Nos peixes, ocorrem diferentes estratégias para a

coluna de água sem afundar. Na realidade, esses peixes osmorregulação.

conseguem manter baixa sua densidade devido aos altos Os peixes ósseos marinhos são hipotônicos em relação

teores de óleo no fígado. Desse modo, eles controlam sua à água do mar. Por isso, estão sempre “perdendo” água

flutuabilidade, não precisando nadar o tempo todo para por osmose para o meio externo. Para não sofrerem

não afundar. desidratação (o que seria estranho num animal que vive no

meio aquático), eles bebem muita água do mar e absorvem

A circulação nos peixes é fechada, simples e completa.

essa água no intestino. Também produzem uma urina pouco

O coração dos peixes é bicavitário (uma aurícula e um

diluída (muito concentrada), ou seja, a perda de água através

ventrículo) e, por ele, só passa sangue venoso. da urina é pequena. Para que a ingestão contínua de água

salgada não aumente a salinidade dos líquidos corpóreos, as

Sangue brânquias promovem uma eliminação, por transporte ativo,

arterial

do excesso de sais. Assim, as brânquias desses peixes, além

Brânquias da função respiratória (troca de gases), possuem uma função

excretora e osmorregula

Os peixes ósseos dulcícolas são hipertônicos em relação

Tecido do corpo à água do meio ambiente e, por isso,

há uma entrada

de água no organismo por osmose. A fim de evitar uma

turgência excessiva, esses peixes eliminam grandes

quantidades de urina bastante diluída, mas, juntamente

com a urina, o animal perde uma certa quantidade de sais.

Coração Sangue Como esses peixes praticamente não bebem água e, venoso assim, a ingestão de sais é pequena, as brânquias, então,

Circulação em peixes *– Através de veias, o sangue venoso,* por transporte ativo, absorvem os sais dissolvidos na água

proveniente dos tecidos, chega ao coração, desembocando do ambiente. Desse modo, esses peixes mantêm o

equilíbrio

no átrio (aurícula) e passando, em seguida, ao ventrículo. hidrossalino entre o seu sangue e suas células. *Do ventrículo, o sangue venoso sai pela artéria aorta ventral,*

sendo levado às brânquias, nas quais, então, ocorre a hematose,

isto é, o sangue passa de venoso a arterial. Das brânquias, **A B** Eliminação aç ã ão Osmose Muita água Muita ág gu g u *o sangue, agora arterial, é levado aos tecidos, nos quais deixa* H O de sais $_2$ *o* O_2 *para as células e recebe delas o* CO_2 *. Assim, no nível dos*

tecidos, o sangue passa de arterial a venoso e este, então, H O $_2$ *retorna ao coração, desembocando no átrio.*

Urina
diluída
Absorção
Pouca

A excreção se faz através de rins mesonéfrons.
água Urina

e abundante de sais concentrada e

Os peixes cartilaginosos são ureotélicos, enquanto os ósseos em pequena

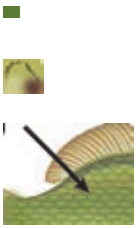
são amoniotélicos. Além da eliminação de catabólitos, quantidade

o sistema excretor também tem importante papel no

Osmorregulação em peixes ósseos – A. *peixe dulcícola;*

mecanismo da osmorregulação ou equilíbrio hidrossalino. ***B.*** *peixe marinho.*

L



Vertebrados: peixes

Os peixes cartilaginosos são, em sua maioria, marinhos.

O balanceamento hídrico nesses peixes é feito por meio de

um grande acúmulo de ureia no sangue. Isso seria intolerável

para outros animais, mas, para peixes cartilaginosos,

como o tubarão, não causa danos ao seu organismo.

Epitélio

Dessa forma, a concentração do sangue aproxima-se da

olfativo

concentração da água do mar, e eles permanecem, então,

praticamente isotônicos em relação ao meio em que vivem.

Detalhe das narinas em corte, mostrando a circulação da água.

Esse processo é chamado de uremia fisiológica.

Muitos peixes conseguem se adaptar às grandes
Nos peixes cartilaginosos, existem também as ampolas de

Lorenzini, que são eletrorreceptores (conseguem detectar a

variações de salinidade da água e, por isso, são chamados

de eurialinos. O salmão, a truta e o robalo, por exemplo, presença das presas, que mostram pequenas variações de

campos elétricos ao redor de seus corpos).

passam do mar para os rios, procurando as nascentes para a

desova. Já a enguia faz o contrário, isto é, sai dos rios para Quanto ao sexo, os peixes são animais dioicos que,

desovar no mar. Os organismos de tais peixes demonstram dependendo da espécie, podem fazer fecundação interna

grande facilidade de inverter o processo de transporte ativo ou externa. dos sais através das brânquias, conforme a circunstância

Nos peixes cartilaginosos, a fecundação é interna.

do momento. A maioria dos peixes, entretanto, não têm

Os machos apresentam a nadadeira pélvica modificada em

a mesma facilidade, ou seja, morrem quando mudam do

órgão copulador, chamado clásper, usado para abrir a cloaca

mar para o rio ou vice-versa. Nesse caso, são considerados

da fêmea e nela introduzir os espermatozoides. Há espécies

seres estenoalinos.

ovíparas (botam ovos que se desenvolvem fora do corpo da

O sistema nervoso dos peixes é do tipo cerebroespinhal fêmea) e espécies ovovivíparas (os embriões desenvolvem-se

e está subdividido em Sistema Nervoso Central (SNC) e dentro do corpo da fêmea, alimentando-se das reservas

Sistema Nervoso Periférico (SNP). Nos peixes, a superfície armazenadas nos ovos). Poucas espécies de tubarões são BIOLOGIA

externa do cérebro, conhecida por córtex cerebral, é lisa e, vivíparas, isto é, os embriões desenvolvem-se no interior

por isso, esses animais são denominados lisencéfalos. do corpo da fêmea, alimentando-se de substâncias que

retiram do sangue materno. O desenvolvimento é direto.

O sistema sensorial dos peixes é constituído de olhos

desenvolvidos, ouvido interno, epitélio olfativo e linhas laterais. Durante o desenvolvimento embrionário, o único anexo

embrionário que se forma é o saco ou vesícula vitelina.

Linha lateral Cúpula

Células Embrião

Poro do canal ciliadas

Células de

sustentação
Nadadeira

Clásper pélvica

Linha lateral *– As linhas laterais, uma de cada lado do corpo,*

são estruturas sensoriais capazes de captar vibrações da água.

Os peixes estão entre os vertebrados que possuem

olfato mais desenvolvido. Neles, as cavidades nasais são Saco vitelino recurvadas, e os dois poros de cada uma abrem-se apenas

Localização do clásper

para o exterior, permitindo a livre circulação da água.

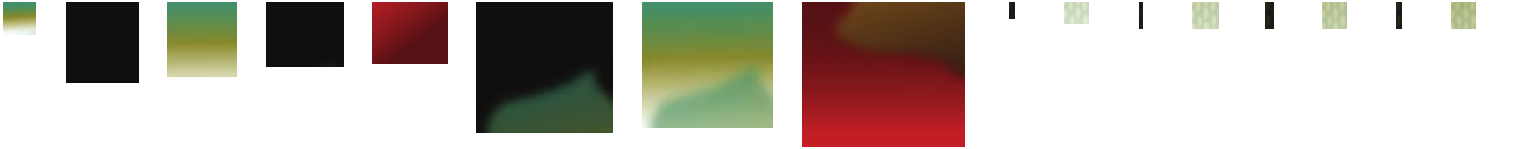
Tubarões e piranhas, por exemplo, percebem, pelo olfato, Nos peixes ósseos, a fecundação é geralmente externa.

mínimos traços de sangue na água, enquanto os salmões, Alguns têm fecundação interna e, nesse caso, a nadadeira

ao migrarem rio acima para a desova, voltam diretamente anal tem função copuladora. Podem ser ovulíparos, ovíparos,

para os locais onde nasceram, orientados pelos "odores" ovovivíparos e vivíparos. O desenvolvimento pode ser direto

dessas regiões, que foram “memorizados”. ou indireto (com larvas denominadas alevinos).



Frente C Módulo 14

De um modo geral, podemos diferenciar os peixes cartilaginosos dos peixes ósseos através das seguintes

Esse animal pertence a uma classe taxonômica que apresenta todas as seguintes características, **EXCETO**

características: A) circulação simples e completa.

B) presença de âmnio.

C) presença de linha lateral.

Classes D) respiração branquial.

Características Chondrichthyes Osteichthyes E) sistema nervoso dorsal.

(peixes (peixes ósseos) 02. (PUC Minas) As nadadeiras dos peixes podem apresentar

cartilaginosos)

funções variadas, de acordo com adaptações ocorridas

Esqueleto Ósseo ao longo dos tempos. Podem ser usadas para, **EXCETO** Cartilaginoso (predominante) A) nadar. C) flutuar. E) respirar.

Boca Ventral Anterior B) copular. D) locomover.

Nadadeira Homocerca (às Heterocerca **03.** (UFRN) Na maioria dos peixes ósseos, o órgão responsável

caudal vezes dificerca)

pela manutenção do equilíbrio hidrostático com o meio é

Placoides, Cicloides ou denominado

Escamas de origem ctenoides de A) bexiga natatória. D) brânquias.

dermoepidérmica origem dérmica B) nadadeira

caudal. E) linha lateral.

C) clásper.

5 pares, 4 pares,

Fendas branquiais descobertas (sem protegidas **04.** (Unifor-CE) Observe a figura a seguir:

opérculos) (com opérculos)

Espiráculos Presente Ausente

Válvula espiral no

Presente Ausente

intestino

Cloaca Presente Ausente

Hábitat Marinhos Opérculo Marinhos e

(maioria) dulcícolas "A água que entra pela boca do peixe é rica em (I),

Fecundação Externa (maioria) passa pelas (II) e sai pelo opérculo com mais (III)". Interna Para completar **CORRETAMENTE** essa frase, e interna

basta substituir I, II e III, respectivamente, por

Direto ou indireto

A) oxigênio, brânquias e dióxido de carbono.

Desenvolvimento Direto (com larvas B) oxigênio, brânquias e monóxido de carbono.

(sem larvas) denominadas C) dióxido de carbono, brânquias e oxigênio.

alevinos) D) oxigênio, papilas gustativas e monóxido de carbono.

Bexiga natatória E) monóxido de carbono, papilas gustativas e dióxido Ausente Presente

de carbon

05. (UFSCar-SP) Assinale a alternativa que associa

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

CORRETAMENTE os números às estruturas por eles indicadas no esquema a seguir.

01. (UFMG) Observe a figura: 5 1

2

4 3

A) 1 – opérculo; 4 – nadadeira caudal.

B) 4 – nadadeira anal; 5 – linha lateral.

C) 5 – linha lateral; 2 – nadadeira pélvica.

D) 3 – nadadeira pélvica; 2 – nadadeira dorsal.

E) 4 – nadadeira pélvica; 1 – linha lateral.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS **05.** (FCMMG)

Para que não sofram desidratação, o que seria curioso, os peixes marinhos desenvolvem

01. (UFRGS) Os peixes ósseos de água doce são serem hipotônicos em relação à água do mar. vários mecanismos de osmorregulação, pelo fato de

hipertônicos em relação à concentração salina do

meio, estando continuamente sujeitos à entrada de Entre esses mecanismos, **NÃO** está correto:

água através das superfícies permeáveis do corpo. A) Bebem água salgada, que é absorvida pelo intestino

Assim, é **CORRETO** afirmar que esses animais e eliminam o excesso de sais pelas brânquias.

A) retêm altas concentrações de excretas. B) Eliminam sais através de mecanismos de transporte

B) excretam urina abundante e diluída. ativo, conservando água.

C) só podem ingerir alimentos pobres em sal. C) Eliminam pouca urina com elevada concentração

D) eliminam água por transporte ativo nas superfícies de sais.

permeáveis.

D) Secretam, através de glândulas, substâncias com

E) secretam gordura para impermeabilizar o corpo. elevado teor salino.

E) Acumulam, no sangue, altas taxas de ureia.

02. (PUC Minas) Observando o exemplar a seguir, é correto

afirmar que apresenta, **EXCETO**

06. (UFOP-MG) No planeta Terra, os seres vivos se caracterizam pela capacidade de se perpetuar e de se adaptar ao meio ambiente. Considerando as inúmeras "experiências feitas pela natureza", pode-se constatar que, entre as classes do filo Chordata, são encontrados quatro mecanismos reprodutivos, estando todos eles presentes na classe dos Osteíctes.

Levando em consideração o texto anterior, correlacione

as duas colunas. BIOLOGIA

A) linha lateral sensorial. I. Macho e fêmea lançam suas células gaméticas

B) opérculo. livremente no meio aquoso.

C) escamas dérmicas.

II. Macho deposita esperma no interior da fêmea que,

D) espiráculos.

após a fertilização do óvulo, faz a postura.

E) bexiga natatória.

III. Macho deposita esperma no interior da fêmea,

03. onde ocorre o desenvolvimento do embrião.

(UFF-RJ) No aparelho excretor dos peixes, os rins

A fêmea funciona como uma incubadora, coincidindo

são do tipo

a postura com o momento da eclosão do ovo.

A) mesonéfrico.

IV. Macho insemina a fêmea e o desenvolvimento

B) metanéfrico.

embrionário ocorre no interior da fêmea, que nutre o

C) pronéfrico. embrião durante a gestação com posterior parição.

D) perinéfrico.

a. Ovíparo

E) merimetanéfrico.

b. Vivíparo

04. (Cesgranrio) Os tubarões acumulam ureia no sangue,

c. Ovulípar

como artifício de sobrevivência ao meio marinho, porque

A) a água do mar é hipotônica em relação ao seu meio d. Ovovivíparo

interno, o que favorece a desidratação.

B) os vacúolos pulsáteis das células branquiais não são A correlação **CORRETA** é

eficientes na expulsão do excesso de água absorvida. A) I – a, II – c, III – d, IV – b.

C) tornando-se isotônicos em relação ao mar,

a osmorregulação é controlada. B) I – c, II – a, III – b, IV – d.

D) o sangue elimina os sais absorvidos pelo intestino C) I – a, II – c, III – b, IV – d.

por osmose.

D) I –a, II – b, III – c, IV – d.

E) há excessiva eliminação de urina, e a perda da ureia

diminui a concentração de sais no sangue. E) I – c, II –a, III – d, IV – b.

Frente C Módulo 14

07. (UNIRIO-RJ) Um grupo de estudantes, ao excursionar

pela Amazônia, deparou com um peixe (piramboia) que

praticamente imobilizado numa área lamacenta.

Curiosos, aproximaram-se e perceberam que, embora

as condições fossem bastante adversas, o animal,

mesmo que muito lentamente, continuava a respirar.

Tal possibilidade, eles investigaram posteriormente, da

deve-se, nesses animais (dipnoicos), à presença de

A) linha lateral.

09. (UFJF-MG) A respeito dos peixes, será **CORRETO** afirmar

A) a sua larva denomina-se, primeiramente, girino e,

posteriormente, alevino.

B) neles, a medula raquiana ou espinhal se forma a partir

notocorda.

C) todas as espécies são dotadas de brânquias.

D) nas espécies ditas pulmonadas, a bexiga natatória

B) urópode. exerce a função de pulmão, sendo o único órgão

respiratório desses animais.

C) bexiga natatória.

E) existem espécies de reprodução sexuada e espécies

D) telso.

de reprodução assexuada.

E) válvula espiral.

10. (UFF-RJ) A bexiga natatória de um peixe tem importante

08. (PUC-Campinas-SP) *Talvez, a maior de todas as inovações* papel no controle de sua flutuação na água. Considere que

surgidas durante a história evolutiva dos vertebrados um zoólogo, ao estudar a anatomia de dois peixes ósseos de

tenha sido o desenvolvimento da mandíbula que, mesmo tamanho, um de água salgada e outro de água doce,

manipulada por músculos e associada a dentes, permitiu verificou que as bexigas natatórias dos dois animais, quando

aos peixes primitivos arrancar com eficiência grandes vazias, tinham, aproximadamente, as mesmas dimensões.

pedaços de algas e de animais, tornando disponível para si Se esses animais estivessem vivos, em seus respectivos

uma nova fonte de alimento. Os cordados sem mandíbula hábitats e à mesma profundidade, pode-se afirmar que

estavam restritos à filtração, à sucção do alimento ou à

A) não haveria razão para que as bexigas natatórias dos

captura de pequenos animais. Os primeiros vertebrados

dois peixes apresentassem volumes diferentes.

mandibulados tornaram-se predadores, permitindo-lhes

grande aumento no tamanho. B) a bexiga natatória do peixe de água salgada estaria

maior do que a do peixe de água doce.

LOPES, Sônia. *BIO*. v. 2. São Paulo: Saraiva, 1997. p. 361-2.

C) as bexigas natatórias dos dois peixes teriam o mesmo

Analisando o texto e aplicando seus conhecimentos sobre volume, mas a do peixe de água salgada acumularia

os animais relacionados com o fato descrito, um estudante mais água.

apresentou os seguintes comentários: D) a bexiga natatória do peixe de água doce estaria maior

I. Lampreias são ectoparasitas de peixes e baleias, do que a do peixe de água salgada.

e feiticeiras alimentam-se de vermes marinhos ou E) as bexigas natatórias dos dois peixes teriam o mesmo

peixes moribundos. volume, mas a do peixe de água doce acumularia

II. Os agnatos têm desvantagens em relação aos mais água.

gnatostomados quanto à obtenção de alimento.

III. Atualmente, o número de espécies de agnatos é

11. (UNIFESP) Na maioria dos peixes ósseos, a bexiga

muito menor do que a dos peixes gnatostomados, natatória é o órgão responsável por manter o equilíbrio

fato provavelmente ocasionado pela ausência de hidrostático com o meio. Isso é possível por um controle

mandíbula. de _____ do corpo em relação à água. Portanto,

IV. As mandíbulas não se limitaram à captura de alimento, ao nadar do fundo para a superfície, o peixe deve

mas também podem manipular objetos e cavar _____ o volume da bexiga natatória, para que seu

buracos. corpo permaneça em equilíbrio com a pressão do meio.

Nesse texto, as lacunas devem ser substituídas,

São **CORRETOS** os comentários respectivamente, por

A) I, II, III e IV. A) peso, aumentar.

B) II, III e IV, somente. B) peso, diminuir.

C) I, III e IV, somente. C) densidade, aumentar.

D) I, II e IV, somente. D) densidade, diminuir.

E) I, II e III, somente. E) densidade, manter.

Vertebrados: peixes

12. (UFRJ) No rim dos vertebrados, a unidade excretora (néfron) possui uma dilatação do tubo excretor (cápsula de Bowman), que mantém grande superfície de contato com capilares sanguíneos (glomérulos de Malpighi) de onde absorve água, que vai compor a urina. Existem dois tipos de peixes ósseos: um possui rim com glomérulos grandes e outro possui rim com glomérulos pequenos ou sem glomérulos. Com base nas relações osmóticas desses animais em seu ambiente, **IDENTIFIQUE** o peixe de água

15. (UDESC-SC–2011) Observe as figuras abaixo.

doce e o peixe marinho. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

Figura 1

13. (UFMG) Quando se quer comprar peixe fresco, deve-se observar, entre outras coisas, a aparência das suas brânquias, ou guelras, que devem apresentar cor vermelho-vivo, ou brilhante.

Nesta figura, estão representados processos que mantêm essa aparência das brânquias no peixe vivo.

Água

Sangue Figura 2

Elas representam duas classes de animais pertencentes

ao filo Chordata. A respeito das principais características

Brânquia desses animais, analise as proposições abaixo.

I. Na figura 1, pode-se observar um peixe da classe

Legenda Chondrichthyes, animal que apresenta esqueleto

entrada de O_2 cartilaginoso; e, na figura 2, um representante da

saída de CO_2 classe Osteichthyes, animais de esqueleto ósseo.

entrada de H_2O

II. A linha lateral é um órgão exclusivo dos peixes ósseos

e tem por função detectar vibrações na água.

Com base nas informações dessa figura e em outros

conhecimentos sobre o assunto, é **INCORRETO** III. As brânquias dos peixes Chondrichthyes encontram-se

afirmar que protegidas por um opérculo.

A) a reação do O_2 com a hemoglobina dá às brânquias IV. Os peixes ósseos flutuam na água graças à presença a cor vermelho-vivo. de uma estrutura denominada bexiga natatória.

B) a troca gasosa, nas brânquias, caracteriza o fenômeno

da difusão simples. V. Os peixes cartilaginosos apresentam a boca localizada

na porção ventral do corpo, enquanto nos peixes

C) o epitélio delgado das brânquias possibilita a

ósseos a posição é anterior.

visualização do sangue.

D) o O_2 presente no sangue do peixe é proveniente da Assinale a alternativa **CORRETA**.

quebra de moléculas de água pelas brânquias.

A) Somente as afirmativas I, II e IV são verdadeiras.

14. B) Somente as afirmativas IV e V são verdadeiras. (VUNESP) Os peixes podem ser, entre outras formas de

alimentação, carnívoros ou herbívoros. C) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.

Quanto a essas duas formas de alimentação, como são

D) Somente as afirmativas I, III e V são verdadeiras.

os peixes marinhos que vivem em grandes profundidades

(regiões abissais)? **JUSTIFIQUE** sua resposta. E) Todas as afirmativas são verdadeiras

Frente C Módulo 14

SEÇÃO ENEM

Considerando os ambientes em que vivem os peixes representados nas figuras, conclui-se que

01. Há pouco mais de 400 milhões de anos, alguns peixes

A) o meio interno do peixe de água doce é hipotônico

tropicais começaram a desenvolver uma estratégia

em relação ao meio em que vive e, por isso, para

respiratória (respiração aérea) que se tornou uma

manter o seu equilíbrio hidrossalino, esse animal

vantagem evolutiva para a ocupação de águas com baixa

praticamente não bebe água e absorve sais através

concentração natural de oxigênio, como as dos rios da

de suas brânquias.

preocupado os ambientalistas é o derramamento acidental B) o meio interno do peixe de água salgada é hipertônico em relação ao meio em que vive e, por isso, para Amazônia. Recentemente, um dos problemas que têm

de petróleo em rios da Amazônia, com a formação de

manter o seu equilíbrio hidrossalino, esse animal ingere

uma película de óleo sobre a superfície dos rios. Estudos

bastante água e elimina sais através de suas brânquias.

realizados por pesquisadores brasileiros demonstram que

algumas espécies de peixe podem ser mais afetadas por C) o meio interno do peixe de água doce é hipertônico

esse tipo de acidente ambiental. em relação ao meio em que vive, enquanto o do peixe de água salgada é hipotônico.

PESQUISA FAPESP. n. 87, 2003 (Adaptação). D) para manter o equilíbrio hídrico do seu meio interno,

o peixe de água doce, como praticamente não bebe

Com base no texto, nas características gerais dos peixes

água, elimina uma urina mais concentrada do que o

tem respiração aérea obrigatória) e boari (*Mesonauta* de água salgada. e comparando os peixes pirarucu (*Araipama gigas*, que

insignis, que retira todo o seu oxigênio da água), é E) para manter o equilíbrio hídrico do seu meio interno,

correto dizer que o peixe de água salgada, como ingere bastante água,

A) o pirarucu possui brânquias modificadas que elimina uma urina mais diluída do que o de água doce.

possibilitam a realização da respiração aérea.

B) o boari possui uma bexiga natatória que, além de

permitir a realização da respiração branquial, também

está relacionada à manutenção da

flutuabilidade do GABARITO

peixe em diferentes profundidades.

C) o pirarucu deve ser mais imediatamente afetado pelo Fixação derramamento de petróleo nos rios do que o boari,

pois a criação de uma película de óleo na superfície

dificulta a captação do ar. 01. B 02. E 03. A 04. A 05. B

D) as brânquias do pirarucu desempenham papel

semelhante ao dos nossos pulmões. Propostos

E) o pirarucu e o boari são exemplos de peixes dipnoicos,

ou seja, além da respiração branquial, também são

capazes de realizar a respiração aérea. 01. B 04. C 07. C 10. D

02. D 05. D 08. A 11. C

02. Durante o processo evolutivo, os seres vivos desenvolveram 03. A 06. E 09. C mecanismos que lhes permitem manter constante seu

meio interno. Os peixes ósseos, por exemplo, possuem 12. O peixe marinho deve ser o de rim com glomérulos

um sofisticado mecanismo de regulação osmótica para pequenos ou sem glomérulos, pois filtra água e

equilibrar a diferença de salinidade nos diferentes não urina ou urina pouco, compensando a perda

ambientes em que vivem. Além da função respiratória, de água por osmose ao nível das brânquias.

as brânquias também participam desse mecanismo O peixe de água doce está numa situação oposta: o

osmorregulador eliminando ou absorvendo sais, conforme

ambiente é hiposmótico e as brânquias absorvem

mostram as figuras a seguir:

água. Isso é compensado pela formação de urina

abundante, que depende de glomérulos grandes.

Alimento 13. D

14. São carnívoros. Nas regiões abissais, não há

NaC penetração da luz solar, o que impede a existência

Peixe de água doce

de organismos fotossintetizantes.

15. B

Alimento + água Seção Enem

01. C 02. C

Na Peixe de água salgada $^{+}$, K $^{+}$, C $^{-}$

FRENTE Vertebrados: anfíbios 15 C

CARACTERÍSTICAS GERAIS A C

Os anfíbios foram os primeiros vertebrados terrestres,

embora não tenham conseguido conquistar definitivamente

esse novo ambiente, devido à dependência do meio

aquoso para sua fecundação e seu desenvolvimento B

embrionário.

Possuem pele lisa, sem escamas, fina, coberta de muco

(produzido por glândulas mucosas), ricamente vascularizada

e adaptada para a respiração cutânea. ***A***. *Tritão, anfíbio que conserva suas brânquias externas*

por toda a vida; ***B****. Larva de salamandra com suas*

O crânio possui duas saliências, os côndilos occipitais, para *brânquias externas;* ***C****. Pulmão de anfíbio.*

articulação com a primeira vértebra da coluna vertebral. Pulmões Pela posição dos côndilos, um ao lado do outro, esses

animais conseguem mexer a cabeça para cima e para baixo,

mas não para os lados.

O tubo digestório é completo com glândulas anexas

(glândulas salivares, fígado e pâncreas). O intestino termina

Saco gular

numa cloaca.

A respiração pode ser branquial, pulmonar, cutânea

e bucofaríngea. Os anfíbios são os vertebrados que

Respiração bucofaríngea *– Alguns anfíbios, como sapos e*

apresentam maior diversidade de estruturas respiratórias. *rãs, também fazem a respiração bucofaríngea. Tal respiração se*

Suas larvas e algumas espécies adultas (tritão, por exemplo) *dá na região gular, ou seja, a cavidade bucal desses anfíbios é*

ampla como um saco (saco gular), chegando a ser proeminente

respiram por brânquias externas. Quando adultos, os animais

abaixo do queixo. Assim, o ar que penetra pelas narinas enche o

pertencentes à maioria das espécies fazem a respiração
saco gular cujas paredes são muito vascularizadas e absorvem

cutânea e a respiração pulmonar. Seus pulmões são *o O*
. O ritmo de enchimento e esvaziamento desse saco é 2

muito mais frequente que o ritmo pulmonar.

ainda muito rudimentares: são saculiformes, com poucas

divisões internas (alvéolos), de paredes vascularizadas, A circulação é fechada, dupla e incompleta. O coração é

com pequena superfície respiratória (superfície de troca tricavitário (2 átrios e 1 ventrículo).

de gases) e inflam quando o animal “deglute” o ar.

Corpo Pulmões

Para chegar aos pulmões, o ar deve ser “deglutido”, uma

vez que esses animais não possuem costelas desenvolvidas

que possam participar de movimentos de expansão e

de

contração do tórax, como também não possuem o músculo

diafragma para promover a amplitude dos pulmões. Para 2

3

compensar a pequena troca de gases que ocorre nos

pulmões, os anfíbios adultos realizam a respiração cutânea: 4 a pele fina, úmida e bastante vascularizada desses animais

Coração de anfíbio – ***1.*** *seio venoso;* ***2.*** *átrio direito (AD);*

permite a troca de gases tanto com o ar quanto com a água. ***3.*** *átrio esquerdo (AE);* ***4.*** *ventrículo.*

Frente C Módulo 15

O átrio direito recebe o sangue venoso proveniente

CLASSIFICAÇÃO

dos tecidos, enquanto o átrio esquerdo recebe sangue

arterial que vem dos pulmões. Como o ventrículo é único,

Na classe Amphibia, destacamos três ordens:

nele ocorre a mistura de sangue venoso (proveniente

Gymnophiona (Apoda), **Urodela** e **Anura.**

do átrio direito) com o sangue arterial (proveniente do

átrio esquerdo). Do ventrículo único, o sangue misturado

sai pela artéria aorta, que se bifurca. Um dos ramos leva

e o outro leva o sangue misturado apenas para os pulmões. (anfíbio sem cauda) Salamandra, um urodelo Ao passar pelos capilares sistêmicos (capilares dos tecidos), (anfíbio com cauda) o sangue misturado para os diversos tecidos do corpo, Sapo, um anuro o sangue deixa o O para as células dos tecidos e recebe delas $_2$

mais CO , passando, assim, à condição de sangue venoso. $_2$

Esse sangue venoso é levado ao coração e desemboca no

átrio direito. Por outro lado, o sangue misturado que é

levado aos pulmões, ao passar pelos capilares pulmonares, A língua do sapo está deixa o CO para ser eliminado pelas vias respiratórias e $_2$ adaptada para pegar insetos. recebe mais O , passando à condição de sangue arterial. $_2$ Observe que é presa Cobra-cega, um ápode Esse sangue arterial é levado dos pulmões para o coração, na parte da frente da boca. (anfíbio sem patas) desembocando no átrio esquerdo. ***Anfíbios atuais***

Sangue arterial

Gymnophiona (Apoda)

Os gimnofionos ou ápodes (sem patas) são anfíbios de

Pulmão Tecidos corpo cilíndrico, alongado e liso. Os membros locomotores

do corpo (patas) são atrofiados. Os animais dessa ordem vivem

geralmente em buracos no solo. Exemplo: cobra-cega

(cecília), animal com aproximadamente 50 cm, com olhos

Sangue atrofiados e cobertos pela pele.

misturado

Sangue venoso

Circulação nos anfíbios Urodela (Caudata)

Na fase de larva, os anfíbios são animais amoniotélicos e, Os urodelos são anfíbios portadores de cauda e quatro

quando adultos, são ureotélicos. A excreção se faz através patas bem-desenvolvidas. Exemplos: tritão e salamandra.

de rins mesonéfrons.

Alguns, como o tritão, preservam as brânquias por toda a

O sistema nervoso é do tipo cerebroespinhal e, portanto,

vida, ocupando o hábitat aquático, mesmo na fase adulta.

subdivido em SNC e SNP. O encéfalo é relativamente

Já a salamandra, na fase adulta, tem hábitat terrestre e não

pequeno. Os anfíbios também são animais lisencéfalos.

possui mais as brânquias. Na larva da salamandra, conhecida

por axolotl (pronuncie axolótil), ocorre um caso particular

Olho de desenvolvimento: a neotenia, em que o animal alcança

Tímpano Narina características típicas de sua forma larvária. As larvas, então, a maturidade sexual (torna-se adulto), apresentando ainda

tornam-se sexualmente maduras, produzem gametas e se

Língua

reproduzem normalmente por fecundação.

Sistema sensorial *– O sistema sensorial dos anfíbios é dotado de*

olhos desenvolvidos, adaptados à visão de objetos em movimento,

o que garante, por exemplo, a captura de insetos em pleno voo.

Há ouvidos interno e médio e o tímpano fica ao nível da pele, logo

atrás do olhos. Também há um epitélio olfativo nas fossas nasais.

Os anfíbios são animais dioicos e a fecundação, na maioria

das espécies, é externa. Apenas na salamandra e na

maioria das espécies de cobra-cega, a fecundação é interna.

O desenvolvimento é indireto (com metamorfose), passando

por um estágio de larva. As larvas de sapos e rãs são

.WIKIPEDIA.ORGPT

conhecidas por girinos. ***Axolotl***

Vertebrados: anfíbios

Considerando a figura apresentada e seus conhecimentos

sobre o assunto, analise as afirmativas a seguir e assinale a alternativa **CORRETA**.

A) A presença de plantas no local de oviposição não influencia na sobrevivência dos ovos.

xc B) A vulnerabilidade de 5 é maior do que a de 3,

s

Salamandra quando atacados por um mesmo predador.

Anura C) O canto do animal é influenciado pela sua anatomia

e é fator de diferenciação entre espécies.

Anfíbios com quatro patas e desprovidos de cauda na fase D) A utilização de fitoplâncton como alimento é maior

adulta. Exemplos: sapos, rãs e pererecas. em 6 do que em 2.

Alguns sapos produzem nas glândulas paratoides, situadas

junto à cabeça, atrás dos olhos, uma substância branco- **03.** (UEPG-PR) Em urodelos (anfíbios), as larvas em leitosa e venenosa. Esses animais, portanto, são venenosos,

determinadas condições tornaram-se sexualmente

mas não são peçonhentos, uma vez que não são capazes

maduras sem perderem as características larvais,

de inocular ou injetar esse veneno. O veneno só é expelido

produzindo óvulos fertilizáveis.

quando há compressão das glândulas paratoides, e não

voluntariamente pelo sapo. A presença dessa glândula Esse fenômeno denomina-se nesses animais é uma forma de defesa contra os predadores A) neotenia. (cobras, por exemplo) que, ao abocanhá-los, pressionam

B) pedogênese.

as glândulas. Dessa forma, o veneno eliminado ataca

fortemente os tecidos vivos, como mucosas e globo ocular, C) poliembrionia. provocando inclusive vômitos. Assim, uma cobra cospe o D) metamorfose. sapo, quando este espirra o veneno em sua boca. E) oogamia.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO **04.** (PUC-Campinas-SP) O coração dos anfíbios possui BIOLOGIA A) um átrio e um ventrículo, ambos sem septo. **01.** (UEL-PR) Das características a seguir, identifique as

que são importantes aos anuros para a conquista do B) um átrio com septo parcial e um ventrículo sem septo.

ambiente terrestre. C) um átrio e um ventrículo, ambos com septos parciais.

I. Metamorfose. D) dois átrios e um ventrículo.

II. Trocas gasosas realizadas por pulmões e tegumento. E) dois átrios e dois ventrículos.

III. Hemácias nucleadas.

IV. Membros anteriores e posteriores bem desenvolvidos. **05.** (UFMG) Observe a figura:

V. Fecundação interna com deposição de ovos com casca.

A alternativa **CORRETA** é:

A) Apenas as características I, II e IV são importantes.

B) Apenas as características I, III e IV são importantes.

C) Apenas a característica III é importante.

D) Apenas as características I e IV são importantes.

E) Apenas a característica V é importante.

02. (Unimontes-MG) O ciclo de vida de determinados anfíbios é caracterizado por metamorfose e influenciado pelo próprio ambiente. A figura a seguir mostra algumas etapas desse ciclo. Analise-a.

Com relação ao comportamento representado na figura,

pode-se afirmar que ele

5

A) depende do hormônio paratireoideano.

6

B) ocorre em qualquer fase da vida do animal.

4

C) representa a fecundação e desenvolvimento internos.

1 2

D) resulta em eliminação simultânea de gametas.

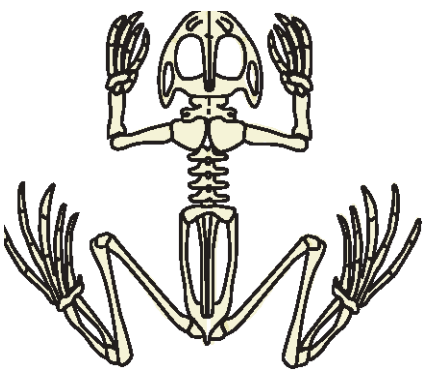
3

E) resulta em maior proteção da prole.

Frente C Módulo 15

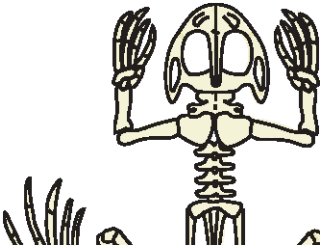
EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (PUC-Campinas-SP) A figura a seguir mostra o esqueleto de um vertebrado.

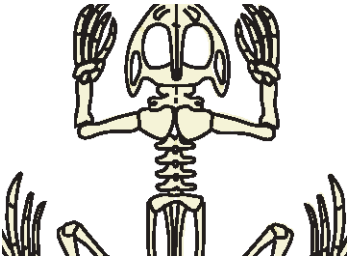


O esqueleto em questão indica que se trata de um animal

06. (Unifor-CE) O gráfico a seguir mostra os resultados de uma experiência feita para comparar o papel da pele ao dos pulmões, em certa espécie de sapo do Hemisfério Norte.



adaptado para



A) cavar o solo. D) rastejar.

B) saltar. E) voar. Sobre esses dados, fizeram-se as seguintes afirmações:

C) correr. I. Nos meses mais frios, a respiração cutânea predomina

sobre a pulmonar.

02. II. Nos meses em que o metabolismo dos animais é mais (PUC Minas) As afirmativas a seguir se referem a anfíbios.

I. Os girinos, assim como os adultos, possuem a pele intenso, predomina a respiração pulmonar.

como principal sítio de troca gasosa. III. A respiração cutânea é praticamente constante ao

longo do ano.

II. A fecundação é, via de regra, interna.

É **CORRETO** o que se afirma em

III. O principal produto de excreção é a ureia.

A) I, somente. D) II e III, somente.

São **VERDADEIRAS** as afirmativas B) II, somente. E) I, II e III.

A) I, II e III. D) I, apenas. C) III, somente

B) I e III, apenas. E) III, apenas.

C) II e III, apenas. **07.** (UEL-PR) Regiões de temperaturas extremas e clima

seco são desfavoráveis para os anfíbios porque esses

03. (PUC Minas) O anfíbio axolotl, provavelmente por animais são

uma deficiência da tireoide, dificilmente completa sua A) pecilotérmicos, e seu tegumento apresenta camada

larvária, na qual, inclusive, se reproduz. Essa capacidade B) pecilotérmicos, e seu tegumento apresenta camada de se reproduzir na fase larvária é um caso de córnea reduzida. metamorfose, permanecendo indefinidamente na forma córnea espessa.

A) partenogênese. D) poliembrionia. C) pecilotérmicos, e seu tegumento apresenta escamas

B) pedogênese. E) neotenia. desenvolvidas.

C) ovogênese. D) homeotérmicos, e seu tegumento não apresenta

camad

04. (UFLA-MG) Na maioria dos anfíbios anuros, a larva vive

na água e o adulto, fora dela. Assinale a alternativa da **08.** (UFJF-MG) Os sapos têm sido considerados popularmente

tabela que contém os produtos de excreção nitrogenada animais perigosos por seu veneno, por sua urina e por

CORRETOS para cada fase considerada. “trazerem azar”. São inofensivos, entretanto, apresentam

um par de glândulas de veneno (conforme mostra a figura),

Larva Adulto que só é liberado quando essas glândulas são comprimidas.

A) Amônia Ureia

B) Ureia Amônia

C) Ácido úrico Ureia

D) Ureia Ácido úrico

E) Amônia Amônia

05. (UFRN) Coloca-se um girino em um recipiente com água

marinha. Após certo tempo, o girino

A) sofre metamorfose, pela ação da salinidade.

Com base na ilustração e no que foi dito, responda:

B) perde água em excesso, por osmose, e morre.

C) absorve muita água, através da difusão, e morre. A) Como são chamadas essas glândulas?

D) começa a murchar, porque suas células se rompem. B) Qual a função ou funções da secreção dessas glândulas?

09. (PUC RS) As atividades humanas vêm provocando sérias

alterações no meio ambiente, as quais comprometem a animais em

sobrevivência de muitos seres vivos. Os representantes

da classe Amphibia, por exemplo, formam um grupo

particularmente afetado pela ação conjunta da acidificação

dos ambientes aquáticos (decorrentes da chuva ácida) e

do aumento no nível de radiação ultravioleta (resultante

da destruição da camada de ozônio).

Com relação às características dessa classe de animais,

é **INCORRETO** afirmar que

A) são animais ectotérmicos (ou pecilotérmicos).

B) são vertebrados tetrápodos.

11. (PUC Minas) O diagrama mostra a relação entre girinos,

Pseudacris

triseriata e a porcentagem de presas capturadas por uma

espécie de serpente do gênero *Tamnophys*.

Presas Percentagem de captura

Na água 33%

Na água 87%

Na terra 90%

Na terra 45%

C) possuem coração com três cavidades.

D) geralmente apresentam fecundação externa. Com base no diagrama e em seus conhecimentos sobre

E) possuem pele seca e impermeável. o assunto, assinale a alternativa **INCORRETA**.

A) O processo de metamorfose envolve, além da reabsorção

10. da cauda, outras mudanças não evidenciadas no esquema.

(UFMS–2010) Leia o texto e, em seguida, assinale a(s)

proposição(ões) **CORRETA(S)**. B) Quanto mais rápido o girino passar pelo processo

metamórfico, maiores suas chances de sobrevivência.

ilha de Bornéu, na Indonésia. Trata-se do primeiro C) Indivíduos em metamorfose são mais vulneráveis em *Um sapo sem pulmão acaba de ser descoberto na*

função da dificuldade de locomoção tanto em água

caso confirmado do tipo e, segundo os cientistas

como em terra firme.

kalimantanensis *aparentemente respira através da pele.* D) A capacidade em escapar da predação é determinada pela presença de membros tetrápodas. *responsáveis pelo estudo, a espécie aquática* Barbourula

[...] Duas populações da espécie, sobre a qual havia

relatos, foram encontradas durante recente expedição dos **12.** (FMTM-MG) Em anfíbios adultos, os pulmões são estruturas

pesquisadores. [...] De todos os tetrápodes, vertebrados

terrestres com quatro membros, sabe-se que a ausência consideradas pouco eficientes, já que possuem uma

algumas espécies de salamandras sem o órgão, além o mecanismo de bombeamento de ar no seu interior é precário, BIOLOGIA já que consta basicamente de movimentos de "engolir" *de pulmões ocorre apenas em anfíbios. São conhecidas* superfície interna limitada, com alvéolos simples. Além disso,

de uma de cobra-cega. Para os autores do estudo,

a descoberta em uma rara espécie de sapo em Bornéu da musculatura bucal (movimentos gulares). Responda:

reforça a ideia de que pulmões sejam uma característica A) Que estrutura assume uma importância especial nas

maleável nos anfíbios. Como a B. kalimantanensis *vive em* trocas de gases em anfíbios?

água corrente e fria, a ausência de pulmões poderia ser B) Que problema essa mesma estrutura traz, dificultando

uma adaptação para uma combinação de fatores, como um a sobrevivência dos anfíbios no ambiente terrestre?

meio com mais oxigênio, o baixo metabolismo do animal,

o achatamento do corpo que aumenta a área superficial

13. (UFRJ) Alguns anfíbios possuem venenos que têm por

da pele e a preferência por afundar em relação a boiar. base compostos químicos alcaloides. Os alcaloides

obtidos a partir dessas espécies vêm sendo utilizados em

Fonte: Agência FAPESP pesquisas biomédicas, por causa de suas propriedades

Disponível em: farmacológicas. Os cientistas acreditam que o

divulgacao-cientifica/sapo-sem-pulmao-e-descoberto.htm>. conhecimento das relações evolutivas (filogenéticas) dos

anfíbios pode auxiliar na escolha das espécies a serem

01. Os sapos, as salamandras e as cobras-cegas são estudadas na busca de novos alcaloides. A figura a seguir

anfíbios. mostra as relações evolutivas entre cinco espécies de

02. Além dos anfíbios, minhocas também possuem anfíbios. As espécies *Phyllobates terribilis* e *Epipedobates*

respiração cutânea. *tricolor* apresentam alcaloides, enquanto a espécie *Rana*

04. Apesar do baixo metabolismo, a *B. kalimantanensis palmipes* não possui esse tipo de substância.

é animal endotérmico, como todos os anfíbios.

Espécie A

08. P o r t e r s o m e n t e r e s p i r a ç ã o c u t â n e a , a

B. kalimantanensis precisa manter a pele sempre *Rana palmipes*

no meio aquático é maior do que a dos sapos que *Epipedobates tricolor* úmida. Por essa razão, sua dependência de viver possuem pulmões. Espécie B

16. Nos anfíbios, quando os pulmões estão ausentes,

Phyllobates terribilis

há apenas a circulação do sangue venoso.

32. O baixo metabolismo está associado com rápida **IDENTIFIQUE** qual das duas espécies, A ou B, deveria ser digestão do alimento e alta taxa de natalidade. estudada primeiro pelos cientistas na busca por alcaloides

Soma ( ) de interesse farmacológico. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

Frente C Módulo 15

14 . (FUVEST-SP) Com relação à conquista do meio terrestre,

alguns autores dizem que as “briófitas são os anfíbios do

GABARITO

mundo vegetal”. **JUSTIFIQUE** essa analogia.

SEÇÃO ENEM Fixação

01. 01. A (Enem–2005) Em uma área, observa-se o seguinte regime

pluviométrico: 02. C

300 03. A 250 04. D

200 05. D 150

100 Propostos

Precipitação (mm) 50

0 01. B jan. fev. mar. abr. mai. jun. jul. ago. set. out. nov. dez.

Meses do ano 02. E

Os anfíbios são seres que podem ocupar tanto ambientes 03. E aquáticos quanto terrestres. Entretanto, há espécies de 04. A anfíbios que passam todo o tempo na terra ou então na água. Apesar disso, a maioria das espécies terrestres 05. B depende de água para se reproduzir e o faz quando esta 06. E existe em abundância. Os meses do ano em que, nessa área, esses anfíbios terrestres poderiam se reproduzir 07. B mais eficientemente são de 08. A) Glândulas paratoides.

A) setembro a dezembro.

B) Sua secreção tem função de defesa.

B) novembro a fevereiro.

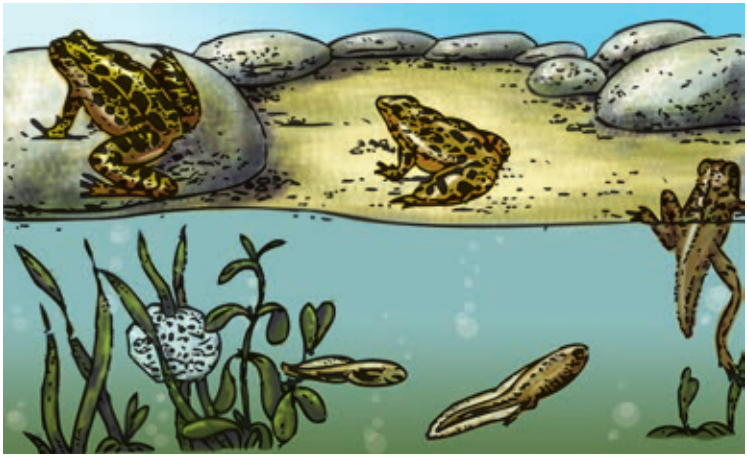
C) janeiro a abril. 09. E

D) março a julho. 10. Soma = 11

E) maio a agosto. 11. D

02. 12. A) Pele (tegumento).

adulto B) Por ser fina e pouco queratinizada, a pele do



forma jovem animal oferece pouca ou nenhuma proteção

contra a desidratação.

13. Espécie B. As espécies *P. terribilis e E. tricolor*

são, evolutivamente, mais próximas entre si,

ovos isto é, possuem um ancestral comum que não

girino é compartilhado com *R. palmipes* (espécie que

não apresenta veneno) nem com a espécie A.

A característica de interesse (presença de veneno)

Durante o ciclo de vida do animal representado na figura, compartilhada pelas duas primeiras espécies pode

ocorrem mudanças anatômicas e fisiológicas. Comparando ter surgido em seu ancestral comum mais próximo.

os girinos com os animais adultos é correto dizer que Nesse caso, é provável que todos os descendentes

A) os girinos excretam principalmente ácido úrico, desse mesmo ancestral compartilhem tal

enquanto os adultos excretam apenas amônia.
característica, incluindo, assim, a espécie B.

B) os girinos possuem uma circulação simples e incompleta,

enquanto os adultos têm circulação dupla e completa. 14. Assim como os anfíbios, as briófitas, apesar de

C) os girinos possuem sistema nervoso ganglionar, terrestres, vivem em locais úmidos e, ainda,

enquanto nos adultos o sistema nervoso é do tipo dependem da água do ambiente para a sua

cérebro-espinhal. reprodução.

D) nos girinos os tubo digestório é incompleto, enquanto os Seção Enem adultos têm tubo digestório completo, com boca e ânus.

E) os girinos fazem respiração branquial, enquanto os

adultos realizam respiração cutânea, pulmonar e 01. B 02. E bucofaríngea.

70 Coleção Estudo BIOLOGIA MÓDULO FRENTE Vertebrados: répteis 16 C

CARACTERÍSTICAS GERAIS Nas tartarugas marinhas, a cloaca apresenta sacos vascularizados e paredes finas que funcionam como

“brânquias cloacais”, quando os animais estão submersos.

Os répteis (do latim *reptilis*, que se arrasta) foram os

O animal permite a entrada de água pela cloaca com

vertebrados que conquistaram definitivamente o ambiente

a finalidade de absorver o oxigênio dissolvido nela.

terrestre, tornando-se independentes do ambiente aquático

Esse mecanismo permite que o animal fique submerso por

para se reproduzir.

um tempo maior.

Possuem pele seca, sem glândulas mucosas, recobertas

A circulação dos répteis é fechada, dupla e incompleta.

por escamas ou placas córneas de origem epidérmica

O coração é tricavitário (exceto nos répteis crocodilianos,

constituídas de queratina. Esse revestimento altamente

em que é tetracavitário) e possui dois átrios e um ventrículo,

queratinizado é uma excelente proteção contra a perda de

tal como o coração dos anfíbios. Entretanto, o

ventrículo

água através da pele.

apresenta um septo, o septo de Sabatier, ausente nos anfíbios

O crânio possui apenas um côndilo occipital. e que constitui o primeiro passo evolutivo para a formação

de um coração tetracavitário, que divide parcialmente o

O tubo digestório é completo com glândulas anexas

ventrículo. Assim, é comum se dizer que o coração dos

(glândulas salivares, fígado e pâncreas). Em geral, são

répteis (exceto crocodilianos) tem as seguintes cavidades:

homodontes (dentes morfologicamente semelhantes,

dois átrios e um ventrículo septado ou trabeculado.

variando apenas no tamanho) e polifiodontes (formam

Nesse ventrículo único, à semelhança do que acontece no dos

várias dentições). Alguns, entretanto, como os quelônios

anfíbios, também ocorre mistura de sangue venoso com sangue

(tartarugas), são adontes (ausência de dentes). O intestino

arterial. Entretanto, essa mistura se dá em menor escala que

termina numa cloaca.

nos anfíbios, devido à presença do septo de Sabatier.

A respiração é pulmonar, mas as tartarugas marinhas

também podem fazer a respiração cloacal. Pulmões Corpo

Pulmões

Corpo

2

1

1 2

4

5 3

Coração de réptil *– Nos répteis crocodilianos, o coração já é*

Pulmão de réptil *– Os pulmões dos répteis possuem um número tetracavitário, isto é, apresenta dois átrios e dois ventrículos*

maior de alvéolos, tendo, portanto, uma superfície respiratória totalmente separados. Assim, dentro do coração desses

maior que a dos pulmões dos anfíbios. répteis, não há mistura de sangue venoso com sangue arterial.

Apesar disso, na circulação desses animais, ocorre mistura de

A entrada de ar (inspiração) e a saída de ar (expiração) são *sangue venoso e sangue arterial porque, entre as duas artérias*

feitas com auxílio de costelas que se ligam às vértebras da *que saem dos ventrículos, existe um* shunt *ou ponte, chamado*

coluna vertebral e ao osso esterno (nos anfíbios, as costelas *de* ***forâmen de Panizza****, em que existem pequenos orifícios*

que permitem uma pequena mistura dos dois tipos de sangue.

são muito curtas e só se ligam à coluna vertebral).

(A) Répteis *–* ***1.*** *Átrio direito;* ***2.*** *Átrio esquerdo;* ***5.*** *Ventrículo.*

Os pulmões dos répteis funcionam como foles: aspiram
o ***(B) Répteis crocodilianos*** *–* ***1.*** *Átrio direito;* ***2.*** *Átrio esquerdo;*

ar graças ao movimento das costelas às quais estão presos. ***3.*** *Ventrículo direito;* ***4.*** *Ventrículo esquerdo.*

Frente C Módulo 16

Os répteis são animais uricotélicos e fazem sua excreção

através de rins metanéfrons. Em muitas espécies marinhas

(tartarugas e lagartos marinhos), devido à ingestão

de alimentos com grandes concentrações de sais, os

rins não conseguem eliminar todo o sal que é ingerido.

Assim, para auxiliar os rins na função osmorreguladora,

essas espécies possuem glândulas de sal que, por

meio de transporte ativo, excretam o excesso ingerido.

Essas glândulas localizam-se na cabeça, na região das
Um quelônio (cágado) órbitas, e seus canais eliminam o produto ao lado do globo

ocular ou nas cavidades nasais.

O sistema nervoso é cerebroespinhal e está subdividido

em SNC e SNP.

O sistema sensorial é composto de olhos, epitélio olfativo

nas fossas nasais, ouvido interno, médio e um conduto

auditivo externo. Nas cobras e nos lagartos, existem também

os órgãos de Jacobson, de função olfativa, e, nas cobras

peçonhentas, as fossetas loreais (termorreceptores).

Em sua maioria, os répteis são animais dioicos.

A jararaca-ilhoa (*Bothrops insularis*), da ilha Queimada ***Um lacertílio (lagarto)*** Grande, no litoral paulista, é uma espécie monoica.

Fazem fecundação interna. Muitas espécies são ovíparas,

mas há também espécies vivíparas (como as sucuris)

e ovovivíparas (como as cobras peçonhentas em geral).

O desenvolvimento é direto. Durante o desenvolvimento

embrionário, além do saco vitelino, formam-se outros

anexos: âmnio, alantoide e córion.

CLASSIFICAÇÃO

Um crocodiliano (jacaré)

Os répteis atuais estão distribuídos em quatro ordens:

Diferentes ordens da classe dos répteis

Rhynchocephalia (Rincocéfalos), Chelonia (Quelônios),

Crocodilia (Crocodilianos) e Squamata (Escamados).

Rincocéfalos

Primitivos e em extinção, estão reduzidos a uma única espécie, o tuatara (*Sphenodon puncatatum*), encontrado na Nova Zelândia.

Quelôni

Possuem placas dérmicas que se fundem umas às outras,

Um rincocéfalo (tuatara) originando uma carapaça dorsal e um plastrão ventral

rígidos, que protegem seus corpos. As vértebras e costelas

fundem-se a essas estruturas. Não possuem dentes

(adontes), mas lâminas córneas usadas para arrancar

pedaços de alimento. Exemplos: tartarugas (marinhas e

de água doce); cágados (apenas de água doce), que têm

um longo pescoço recurvado, e os jabutis (terrestres),

que possuem as patas curtas e de forma cilíndrica,

Um ofídio (cobra) não adaptadas à natação.

Crocodilianos De acordo com a dentição, as cobras são classificadas em: áglifas, proteróglifas, opistóglifas e solenóglifas.

Possuem o corpo revestido por uma pele grossa e

coriácea (dura), com placas córneas reforçadas por ossos **A) Áglifas** – Cobras não venenosas (não possuem

dérmicos. A boca é dotada de mandíbulas poderosas dentes inoculadores de veneno). Como exemplos,

com dentes. Possuem coração tetracavitário. Exemplos: temos a sucuri e a jiboia que, apesar de não serem

jacarés (dulcícolas) e crocodilos (dulcícolas e marinhos). venenosas, são também perigosas devido à sua

Os crocodilos marinhos são os maiores répteis viventes na grande força muscular.

atualidade, com indivíduos que chegam a medir 7 metros **B) Proteróglifas** – Possuem dentes inoculadores de de comprimento. veneno com sulco (dentes sulcados), localizados

anteriormente na boca. Exemplos: corais-verdadeiras.

C) Opistóglifas – Possuem dentes inoculadores de

veneno com sulco (dentes sulcados), localizados

posteriormente na boca. Não oferecem grande

perigo, uma vez que a posição dos dentes dificulta

Figura I a injeção de veneno. Exemplos: falsa-coral e Figura II

A figura I é do crocodilo, e a figura II, do jacaré*. Os crocodilos*
cobra-cipó.

têm o focinho mais afilado e mais hidrodinâmico que o dos jacarés. **D)**
Solenóglifas – Possuem dentes inoculadores de

veneno com canal (dentes canaliculados), localizados

Escamados na região anterior da boca.
Exemplos: cascavel, jararaca, urutu e surucucu.

Possuem escamas que recobrem o corpo e uma cloaca em

posição transversal. Possuem órgãos de Jacobson, de função

Áglifa

olfativa, que se abrem no fundo da cavidade bucal. Esses

órgãos são quimiorreceptores que auxiliam na identificação BIOLOGIA

de alimentos dentro da boca.

Os répteis escamados estão subdivididos em dois grupos: Proteróglifa

lacertílios (lagartos) e ofídios (cobras).

Lacertílios Opistóglifa

Nesse grupo, encontram-se os calangos, as lagartixas,

os camaleões e as iguanas. Há apenas um gênero entre

os lacertílios que é venenoso: o *Heloderma* (“monstro-Solenóglifa de-Gila”), encontrado apenas no México e no sul dos

Estados Unidos.

Tipos de dentição em cobras

Ofídios

a b c d

São ápodes (ausência de patas) e possuem escamas córneas

que podem ser eliminadas de uma só vez, por ocasião da

muda. A boca é ampla, com uma língua bífida. Têm o pulmão

direito, comprido e alongado, sendo o esquerdo bastante

atrofiado. Há, na cavidade cloacal, dois cecos copuladores,

que são chamados hemipênis. Existem espécies peçonhentas

e espécies não peçonhentas. As peçonhentas são dotadas

de glândulas salivares modificadas, secretoras de veneno,

e dentes especiais para a inoculação (presas inoculadoras ***Marcas de mordidas de cobras*** *–* ***a.*** *cobra áglifa (sem*

de veneno). Esses dentes inoculadores de veneno, dependendo *presa inoculadora de veneno);* ***b.*** *solenóglifa (com dente*

da espécie, podem ser canaliculados (com um canal na região *canaliculado na região anterior da boca);* ***c.*** *opistóglifa;*

central) ou sulcados (com um sulco na face posterior). ***d.*** *proteróglifa (c e d com dentes sulcados).*

Frente C Módulo 16

Existem algumas características que permitem, de um modo geral, distingir as espécies peçonhentas das

não peçonhentas. Veja o quadro a seguir:

	Peçonhentas	Não peçonhentas
Cabeça	Oval, mal destacada do corpo, coberta de placas poligonais	Triangular, bem destacada do corpo, coberta por escamas
Cauda	Curta, afilada bruscamente	Longa, afinando-se gradualmente
Olhos	Grandes, com pupilas circulares	Pequenos, com pupilas em forma de fendas verticais
Fossetas loreais	Presentes	Ausentes

Escamas Carenadas e imbricadas Lisas e justapostas

Hábitos Noturnos Diurnos

Movimentos Vagarosos Rápidos

Reprodução Ovovivíparas Ovíparas

Assume atitude de ataque

Quando ameaçada Foge

(enrola-se)

As características do quadro anterior nem sempre podem ser usadas de forma garantida para a identificação de espécies

peçonhentas e não peçonhentas. As corais, por exemplo, são peçonhentas, embora não possuam fossetas loreais, tenham

pupilas circulares e cabeça arredondada.

Narina

Fosseta loreal

Fosseta loreal *– As fossetas loreais são termorreceptores que se localizam entre as narinas e os olhos e são capazes de detectar, através da percepção do calor, a presença de presas, mesmo no escuro.*

Chamamos de ofidismo o envenenamento pelo veneno de cobra. Dependendo da espécie, o veneno pode ter ações

neurotóxicas, proteolíticas, hemolíticas e coagulantes.

Os venenos de ação neurotóxica atuam sobre o sistema nervoso, provocando dormência e insensibilidade no local

da inoculação, paralisias musculares, perda da visão e prostração geral, podendo ocasionar até parada respiratória. Os de ação proteolítica causam intensa dor no local da inoculação e necrose dos tecidos (morte dos tecidos). Os hemolíticos,

por sua vez, determinam hemólise (destruição de hemácias), com presença de metaglobulina na urina, que se torna escura. Já os venenos de ação coagulante, em pequenas doses, coagulam o fibrinogênio, o que impede a coagulação do sangue; em

grandes doses, ao contrário, provocam intensa coagulação, podendo causar a morte em poucos minutos.

Ação do veneno

Cobras Neurotóxico Proteolítico Hemolítico Coagulante

Crotalus **(cascavel)** + +

Bothrops **(urutu, jararaca)** + +

Micrurus **(coral)** +

Vertebrados: répteis

Quando ocorrem acidentes com ofídios, isto é, mordidas de

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

cobras, deve-se manter o acidentado em repouso, evitando

que ele ande, corra ou se locomova. A locomoção facilita a

01. (FUVEST-SP) Assinale a afirmação **CORRETA** em relação

absorção do veneno e, em caso de acidente com as jararacas,

aos répteis.

jararacuçus e outras, os ferimentos se agravam. No caso de

A) Foram os primeiros amniotas na evolução dos

a mordida ter ocorrido em uma perna ou braço, é importante

vertebrados.

manter esse membro em posição mais elevada. Deve-se

B) Algumas ordens apresentam fecundação externa.

lavar bastante o local com água limpa e sabão, procurando

C) Apresentam sempre o coração incompletamente

imediatamente orientação médica nos centros ou serviços de

dividido em quatro câmaras: duas aurículas distintas

saúde mais próximos. O tratamento é feito com o uso de soros e dois ventrículos parcialmente separados. antiofídicos. Existem o soro polivalente, que pode ser usado em

D) Não fazem parte do ecossistema marinho.

qualquer caso (exceto contra o veneno das corais-verdadeiras),

E) São animais agressivos, mas só entre ofídios

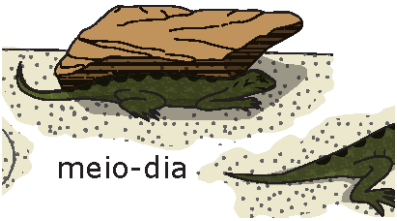
e os soros antiofídicos específicos, tais como: soro anticrotálico

encontramos indivíduos peçonhentos.

(usado contra o veneno de cascavéis); soro antibotrópico

(contra veneno de cobras do gênero *Bothrops*, como jararaca, **02.** (UNIFESP–2009) A figura a seguir mostra o comportamento urutu e jararacuçu); soro antilaquético (contra veneno da de um lagarto em diferentes períodos do dia. surucucu); soro antielapídico (usado exclusivamente contra

o veneno das corais-verdadeiras).



A seguir, há algumas medidas para se prevenir acidentes

com cobras, em especial na zona rural. Tais medidas estão

de acordo com as publicações do Ministério da Saúde e do

meio-dia

Instituto Butantan de São Paulo:

- BIOLOGIA Como 80% das mordidas de cobras atingem as HICKMAN *et al.* 2004. *Princípios integrados de Zoologia.* manhã final da tarde

pernas, abaixo dos joelhos, o uso de botas entre *(*Adaptação).

os trabalhadores rurais reduz o risco desse tipo de Tal comportamento encontra-se relacionado diretamente

acidente. com a

A) regulação térmica do animal, pois seu metabolismo

• Como 19% das mordidas atingem as mãos ou os celular não é capaz de produzir qualquer tipo de calor.

antebraços, o uso de luvas de couro para remexer

B) regulação térmica do animal, pois seu corpo necessita

montes de lixo, folhas secas, buracos, lenhas ou palha manter temperaturas adequadas ao metabolismo.

também contribui para reduzir esse tipo de acidente.

C) respiração, pois ela ocorre tanto por meio de pulmões

como por meio da pele.

• Cobras gostam de se abrigar em locais quentes,

D) respiração, pois o ar que chega aos seus pulmões

escuros e úmidos. Portanto, é preciso ter cuidado ao

deve conter certa porcentagem de umidade para as

mexer em pilhas de lenha, palhadas de feijão, milho

trocas alveolares.

ou cana.

E) regulação térmica e com a respiração, pois o animal

não é capaz de produzir seu próprio calor e respira

• Onde há rato, geralmente, há cobra. Não deixe

por meio dos pulmões e da pele.

amontoar lixo. Limpe paióis e terreiros. Feche buracos

de muros, portas e janelas. **03.** (UFV-MG) O anexo embrionário que aparece a partir dos

répteis e tem como função proteger o embrião contra o

- Atenção ao calçar sapatos e botas. Animais peçonhentos

dessecamento é

podem se refugiar dentro deles.

A) a vesícula vitelina.

- B) o âmnio. Não mate cobras simplesmente por estarem vivas. Elas

mantêm o equilíbrio natural, comendo roedores que C) o alantoide.

transmitem doenças e causam prejuízos nas plantações D) o córion.

e nos paióis. E) a placenta.

Frente C Módulo 16

04. (Unisa-SP) A fosseta loreal é A partir desse desenho e de outros conhecimentos,

A) o órgão de olfato dos lagartos. podemos afirmar que a cobra capaz de localizar mais

B) o órgão de percepção de calor em ofídios. facilmente um

pequeno mamífero durante uma atividade

C) o orifício de comunicação entre os dois ventrículos de caça noturna é a cobra do tipo

em crocodilianos. A) proteróglifa.

D) exclusiva de cobras não venenosas. B) solenóglifa.

E) a abertura da cloaca nos quelônios.

C) opistógli

05. (FUABC-SP) As cobras áglifas são D) áglifa.

A) possuidoras de dentes de veneno sulcados, na parte

anterior da boca. **02.** (Mackenzie-SP) Os répteis são, do ponto de vista

B) destituídas de dentes de veneno.

evolutivo, considerados como anfíbios que migraram

C) possuidoras de dentes de veneno sulcados, na parte para o ambiente terrestre no qual se adaptaram muito

posterior da boca.

bem. A principal característica verificada nos répteis, que

D) possuidoras de dentes de veneno canaliculados,

não encontramos nos anfíbios, e que permite àqueles a

na parte anterior da boca.

sobrevivência em ambientes secos, é

E) possuidoras de dentes de veneno canaliculados,

na parte posterior da boca. A) o desenvolvimento indireto (com larvas resistentes)

dos répteis

EXERCÍCIOS PROPOSTOS B) a independência dos répteis, em relação à água, para a reprodução.

01. C) a independência dos anfíbios, em relação à água, para (FCMMG–2009) O desenho a seguir mostra os 4 diferentes

tipos de cobras. a reprodução.

Áglifa D) a presença de material córneo impermeável

recobrindo o corpo dos anfíbios.

E) a ausência de casca protetora contra a dessecação

nos ovos dos répteis.

03. (UFES) No Pantanal mato-grossense, os jacarés se

Proteróglifa aquecem ao Sol, nas margens dos rios, durante o dia, e,

como a água esfria mais lentamente que a terra,

submergem à noite. Essa estratégia dos crocodilianos

está relacionada ao fato de eles

A) excretarem principalmente ureia, composto

nitrogenado com baixa toxicidade que necessita de

água para ser eliminado.

Opistóglifa

B) serem ectotérmicos, dependendo de fontes externas

de calor para a regulação da temperatura corpórea.

C) dependerem da água para a fecundação e para o

Presa desenvolvimento dos ovos.

D) apresentarem o corpo revestido por uma pele

Solenóglifa grossa, com placas córneas, o que evita a

Narina dessecação.

Fosseta E) não terem, em seus pulmões, superfície suficiente

loreal

para uma troca gasosa eficiente, necessitando realizar

absorção de oxigênio da água do meio circundante,

canaliculada através da mucosa cloacal. Presa

04. (UFMG) Analise o quadro comparativo entre serpentes peçonhentas e não peçonhentas representado a seguir. Todas as

alternativas estão corretas quanto à diferenciação dos dois tipos de serpentes, **EXCETO**

Peçonhentas Não peçonhentas

Triangular, bem destacada do corpo Oval, mal destacada do corpo

A) **Forma da**

cabeça

Escamas pequenas, diferentes das do corpo Placas poligonais

B) **Revestimento**

da cabeça

Pequenos, com pupila em fenda

Grandes, com pupila circular

C) **Olhos**

Alongadas, carenadas e imbricadas Achatadas, sem carenas e justapostas

D) **Escamas do corpo**

BIOLOGIA

Longa e afilada gradualmente Curta e afilada bruscamente

E) **Cauda**

05. São afirmações **INCORRETAS** (PUC Minas) Tendo em vista os seguintes exemplares de

cobras: A) I, II e III, apenas.

1. Sucuri B) I, III e IV, apenas.

2. Jiboia C) II, III e V, apenas.

3. Cascavel D) II, III, IV e V, apenas.

4. Jararaca E) I, II, III, IV e V.

5. Urutu **06.** (UNITAU-SP) Por apresentar um sulco anterior nos dentes

Em relação a todos eles, são feitas as seguintes inoculadores de veneno, que se localizam na região

afirmações: anterior da boca, a coral-verdadeira classifica-se como

I. São venenosas. A) proteróglifa.

II. Apresentam presas inoculadoras de veneno. B) solenóglifa .

III. São peçonhentas. C) opistóglifa.

IV. Apresentam fossetas loreais. D) áglifa.

V. Apresentam pupilas em fenda vertical. E) Nenhuma das anteriores.

Frente C Módulo 16

07. (UFRN) Adaptados ao ambiente terrestre, os insetos e **10.** (UFC) Os primeiros socorros protegem a vítima contra

os répteis eliminam, como principal excreta nitrogenada, maiores danos, até a chegada de um profissional de

o ácido úrico, porque este é saúde especializado. No caso de picadas de cobras

A) muito tóxico e pouco solúvel em água. peçonhentas, devemos socorrer a vítima até 30 minutos

B) pouco tóxico e muito solúvel em água. após a mordida, com as seguintes medidas:

C) muito tóxico e muito solúvel em água. A) Manter a vítima em repouso, fazer a assepsia e, se

D) pouco tóxico e pouco solúvel em água. o local da picada for o braço ou perna, mantê-lo(a)

em altura mais elevada.

08. (UFMG) Esta figura se refere à determinação do sexo em B) Manter a vítima em movimento, fazer o garroteamento

algumas espécies de tartarugas e lagartos. e oferecer um pouco de álcool.

s 1.0 C) Manter a vítima em movimento, fazer a assepsia e

oferecer um pouco de querosene.

Legenda

Tartarugas D) Manter a vítima em repouso, fornecer um pouco de

0.5 álcool e aplicar a respiração de socorro. Lagartos E) Manter a vítima em pé, fazer o garroteamento e cortar

a pele para extrair sangue.

Proporção de fêmea

0.0

24 26 28 30 32 34 **11.** (Unisinos-RS) Os ofídios podem ser classificados de acordo

Temperatura de incubação (ºC) com as presas que apresentam. Nesse sentido, o termo

Com base nessa figura, pode-se afirmar que proteróglifo refere-se à

morfologia da presa e significa

A) a determinação do sexo nesses animais é independente A) ausência de presas inoculadoras de veneno, como na

sucuri e na jiboia.

da localização dos ovos no ninho e da época da

postura. B) a ocorrência de dentes longos, recurvados e dotados

B) a determinação do sexo, sob controle de temperatura, de canais internos na região anterior da boca, como

ocorre na cascavel e na jararaca.

pode ser útil em condições de manejo de espécies em

extinção. C) a ocorrência de dentes sulcados na região posterior

da boca, como ocorre na falsa-coral e na cobra-cipó.

C) indivíduos de sexo indeterminado, em tartarugas,

são produzidos em temperaturas abaixo de 28 $_{o}$C. D) a ocorrência de dentes sulcados na região anterior da

D) temperaturas maiores que 28 boca, como ocorre na coral-verdadeira. $_{o}$ C produzem fêmeas

tanto em tartarugas quanto em lagartos. E) que não há como definir com precisão a morfologia

E) machos são produzidos em baixas temperaturas tanto da presa.

para tartarugas quanto para lagartos.

12. (UFV-MG) Os répteis são considerados o primeiro grupo de

09. (UFJF-MG) “Os jabutis (Réptil – Quelônio), no Sudeste vertebrados tipicamente terrestres, pois não dependem

do Brasil, são ativos na estação quente e chuvosa, da água para respiração e reprodução.

permanecendo praticamente imóveis na estação fria e

Essa independência do ambiente aquático foi possível

seca.”

devido à

A) Que tipo de regulação térmica possuem os jabutis?

A) presença de pele seca com glândulas mucosas e

B) Considerando a relação existente entre a regulação surgimento de ovo com casca e alantoide.

térmica e o metabolismo, **EXPLIQUE** o comportamento

B) presença de pele seca sem glândulas mucosas e

dos jabutis nas diferentes estações climáticas do

surgimento de ovo com casca e âmnio.

Sudeste do Brasil.

C) A pele dos répteis é uma superfície adaptada à troca C) presença de pele seca sem glândulas mucosas e

surgimento da placenta e cório.

de gases? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

D) Um aspecto curioso do comportamento dos répteis, D) presença de pele úmida sem glândulas mucosas e

surgimento da placenta e alantoide.

especialmente de alguns lacertíleos (lagartos e

lagartixas), é a autotomia. O que é a autotomia e E) presença de pele úmida com glândulas mucosas e

qual a sua finalidade? surgimento de ovo com casca e âmnio.

Vertebrados: répteis

13. (Unicamp-SP) Em casos de acidentes ofídicos (picadas de As principais características evolutivas que proporcionaram

cobras), são muito importantes o atendimento hospitalar, aos répteis vida mais independente do ambiente aquático

de preferência especializado, bem como os primeiros e a conquista do ambiente terrestre são, apenas,

socorros à vítima. Em relação aos primeiros socorros, é A) I e II.

frequente um procedimento inconveniente (torniquete) B) I e III.

para a maioria dos casos de acidentes ofídicos no Brasil,

C) II e IV.

que são causados por jararaca. **DISCUTA** o prejuízo

que existe, no Brasil, decorrente da divulgação do D) IV e V.

torniquete em filmes sobre vaqueiros e pioneiros do oeste E) III e V.

norte-americano, em que há grande riqueza de espécies

de cascavéis.

14. SEÇÃO ENEM

(VUNESP) Um menino colocou a mão em um buraco

em que havia uma cobra e, apesar de não tê-la tocado,

foi picado por ela. Seu pai, um biólogo, mesmo sem ver **01.** Em diversas espécies de répteis, não existem cromossomos

a cobra, deduziu que ela era peçonhenta e socorreu o sexuais e a temperatura de incubação dos ovos é que

filho, tratando-o com soro antiofídico. determina o sexo (macho ou fêmea) dos descendentes.

O gráfico a seguir refere-se a essa determinação do sexo

A) Que característica desse réptil levou o pai a deduzir

que se tratava de cobra peçonhenta? em algumas espécies de répteis.

CITE outra característica morfológica facilmente

100%

identificada na maioria dessas cobras.

B) Qual é a substância imunológica presente no soro 90%

antiofídico responsável pela inativação do veneno? 80%
Como esse soro é produzido?

70%

60% BIOLOGIA

15. (Unicamp-SP) *Muitas espécies de tartarugas marinhas*

50%

estão ameaçadas de extinção pela ação do homem.

As rotas de migração das tartarugas marinhas são 40%

bastante estudadas no Brasil pelo projeto Tamar-Ibama, 30%

através da colocação de transmissores em seus cascos. 20%
Porcentagem de machos

Disponível em: . (Adaptação). 10%

A) Sabendo-se que as tartarugas migram para colocar 0%

os ovos nas praias em que nasceram, **CITE** duas Baixa Alta

características dos ovos das tartarugas que permitem Temperatura de incubação seu desenvolvimento no ambiente terrestre.

B) Quelônios são répteis encontrados tanto no meio Tartarugas Crocodilos Jacarés

terrestre como no aquático. **CITE** uma diferença

morfológica entre os quelônios marinhos e os Com base na análise do gráfico e em outros conhecimentos

terrestres. sobre o assunto, é correto afirmar que

C) A extinção de espécies pode ocorrer mesmo sem A) o aumento da temperatura na Terra (aquecimento

influência da ação humana. **CITE** um processo natural global) pode contribuir para reduzir o tamanho de

que pode levar à extinção de uma espécie. populações de jacarés e de tartarugas.

B) os crocodilos nascidos após incubação, em

16. (UFSCar-SP–2009) Considere as seguintes características: temperaturas intermediárias, são hermafroditas.

I. Respiração pulmonar e ectotermia. C) a incubação dos ovos em baixas temperaturas

favorece uma maior produção de machos tanto em

II. Pele seca revestida por escamas, carapaças ou placas tartarugas quanto em jacarés.

dérmicas.

D) nos jacarés, uma maior produção de fêmeas ocorre

III. Fecundação interna. quando os ovos são incubados em

temperaturas mais

elevadas.

IV. Excreção predominante de amônia.

E) a determinação do sexo nesses animais independe da

V. Presença de ovo amniótico. localização dos ovos no ninho e da época de postura.

Frente C Módulo 16

02. (Enem–2005) Em certas localidades ao longo do Rio

Amazonas, são encontradas populações de determinada D) Autotomia é a capacidade de autoamputação, ou

espécie de lagarto que se reproduzem por partenogênese. seja, a perda espontânea da cauda inteira ou de

parte dela. Esse mecanismo tem a finalidade de

Essas populações são constituídas, exclusivamente, por

defesa, ou seja, permite a fuga de predadores.

fêmeas que procriam sem machos, gerando apenas

10. A

fêmeas. Isso de deve a mutações que ocorrem ao 11. D

acaso nas populações bissexuais. Avalie as afirmações 12. B

seguintes, relativas a esse processo de reprodução.

I. Na partenogênese, as fêmeas dão origem apenas a 13. O veneno

da jararaca é de ação proteolítica,

fêmeas, enquanto, nas populações bissexuadas, cerca e a concentração do mesmo apenas no

de 50% dos filhotes são fêmeas. membro afetado, pelo uso do torniquete,

II. Se uma população bissexuada se mistura com uma pode causar graves problemas circulatórios locais,

que se reproduz por partenogênese, esta última com risco de necrose acentuada (gangrena) dos

desparece. tecidos. Isso, muitas vezes, torna necessária a

amputação do membro afetado.

III. Na partenogênese, um número X de fêmeas é capaz

de produzir o dobro do número de descendentes de

uma população bissexuada de X indivíduos, uma vez 14. A) As marcas mais profundas deixadas pelos

que, nesta, só a fêmea põe ovos. dentes inoculadores de veneno no local

da picada. Essas cobras, geralmente, têm

É correto o que se afirma cabeça triangular, escamas ásperas, pupilas

A) apenas em I. verticais, fosseta loreal e a cauda afina-se

B) apenas em II. abruptamente.

C) apenas em I e III.

B) O soro contém anticorpos específicos para

D) apenas em II e III. combater o veneno da cobra. São produzidos

E) em I, II e III. por animais (geralmente cavalos) em

institutos especializados. Os animais recebem

GABARITO doses do veneno e passam a produzir os

anticorpos que constituirão o soro antiofídico.

Fixação 15. A) Os ovos de répteis apresentam casca calcária protetora e os anexos embrionários âmnio,

alantoide e cório.

01. A 02. B 03. B 04. B 05. B

Propostos B) Os quelônios marinhos (tartarugas marinhas)

apresentam apêndices locomotores

adaptados para a natação, enquanto os

01. B

quelônios terrestres (jabutis) têm patas

02. B

curtas e cilíndricas, não adaptadas à natação.

03. B

04. E C) A extinção de uma espécie pode ocorrer devido

05. E a fatores bióticos e abióticos. Entre os bióticos,

06. A temos a degeneração genética, a incapacidade

07. D reprodutiva e as relações ecológicas

08. B desarmônicas (competição, predatismo,

parasitismo). Entre os abióticos, destacam-se

09. A) Ectotermia.

as alterações climáticas desfavoráveis,

B) Na estação quente, a temperatura corporal glaciações secas prolongadas, etc.

dos jabutis é mais elevada e há aumento

de seu metabolismo. Na estação fria, 16. E a temperatura corporal é mais baixa, tal como

seu metabolismo. Seção Enem

C) Não, porque a pele é seca e recoberta por

escamas ou por placas córneas, que não 01. A permitem trocas gasosas. 02. C

80 Coleção Estudo BIOLOGIA MÓDULO FRENTE Evidências da evolução 13 D

Como explicar o surgimento da grande variedade de

espécies de seres vivos existentes em nosso planeta? h

tal como se apresentam hoje, foram criadas por um Os adeptos do fixismo admitem que todas as espécies, r h h u h u c m r r f u u ato divino. Assim, o número de espécies seria fixo e foi c r c m m determinado no momento da Criação. Para explicar o m f m c f f desaparecimento de algumas espécies que viveram em

f épocas passadas e hoje não mais são encontradas, os fixistas Galinha Baleia Cavalo Homem recorrem ao catastrofismo, ou seja, de tempos em tempos, (ave) (mamífero) (mamífero) (mamífero)

o Criador submete o mundo a determinadas catástrofes ***Membros anteriores de alguns vertebrados*** – *Comparação entre*

(dilúvio de Noé, por exemplo), quando algumas espécies *os esqueletos dos membros anteriores de diferentes vertebrados.*

Observe que todos eles possuem um mesmo plano estrutural.

são extintas e outras, preservadas.

Os ossos estão indicados da seguinte maneira: h = úmero; r = rádio;

A Teoria da Evolução, por outro lado, é adepta do *u = ulna; c = carpos; m = metacarpos; f = falanges.*

transformismo, ou seja, admite que, devido ao surgimento A padronização e a semelhança de estruturas anatômicas

de novas características e / ou desaparecimento de outras, as não se limitam apenas ao esqueleto, estando presentes

espécies se modificam com o passar do tempo, adaptando-se também na anatomia das vísceras (órgãos internos). Aves

a novas condições ambientais, podendo originar novas e mamíferos, por exemplo, apresentam coração, sistema

espécies. O evolucionismo admite que as espécies se circulatório, sistema nervoso, entre outros,

constituídos das

transformam com o passar do tempo, e as que atualmente mesmas partes básicas.

vivem no nosso planeta descendem de espécies ancestrais Órgãos ou estruturas semelhantes que têm, em diferentes

que viveram em épocas passadas. espécies, a mesma origem embrionária são chamados de

São numerosas as evidências a favor da evolução. Entre homólogos. Apesar de terem a mesma origem embrionária,

elas, destacamos as evidências anatômicas, embriológicas, esses órgãos podem ter funções iguais ou diferentes. Por

bioquímicas, paleontológicas e zoogeográficas. exemplo: a estrutura óssea das asas de um morcego

(mamífero) e a das asas de uma ave são estruturas

homólogas relacionadas com uma mesma função, enquanto

EVIDÊNCIAS ANATÔMICAS o

esqueleto das asas de uma ave e o dos membros superiores

(antebraço, braço e mão) do homem são estruturas

homólogas que realizam funções distintas.

O estudo da anatomia comparada mostra que espécies

É importante não confundir órgãos homólogos com

muito diferentes revelam estruturas com grandes

semelhanças, apresentando um mesmo plano básico de órgãos análogos. organização. É o que acontece, por exemplo, com a estrutura **Órgãos homólogos** (homologia) são aqueles que, em

óssea (esqueleto) dos membros anteriores de diferentes espécies diferentes, podem ter aspecto, nome e função

vertebrados. A asa de uma ave, a asa de um morcego diferentes, mas, internamente, apresentam a mesma

(mamífero), a nadadeira anterior de um golfinho (mamífero), estrutura e têm a mesma origem embrionária. Exemplo:

a nadadeira anterior de uma baleia, a pata anterior de um o esqueleto das patas dianteiras de um jacaré (réptil), das

cavalo e o membro superior (braço) de um homem, ainda nadadeiras da baleia (mamífero), das asas de uma ave e

que muito diferentes, possuem estruturas ósseas bastante dos membros superiores do homem possui os mesmos tipos

parecidas. Seria isso uma simples coincidência ou uma de ossos e se forma embrionariamente da mesma maneira.

evidência de que esses animais, todos eles vertebrados, Eles são órgãos homólogos entre si e, indiscutivelmente, são

descendem de um ancestral comum, do qual herdaram um mais uma evidência do parentesco existente entre essas

plano básico de estrutura corporal? diferentes espécies de vertebrados.

Frente D Módulo 13

Órgãos análogos (analogia) são aqueles que, em Outros órgãos e estruturas vestigiais encontradas na nossa

espécies diferentes, por mero acaso, têm o mesmo nome espécie são: o cóccix, um vestígio da cauda observada em

e a mesma função, mas possuem estruturas totalmente outros vertebrados; a prega semilunar do ângulo interno dos

diferentes, uma vez que se formam embrionariamente por olhos, que constitui um vestígio da membrana nictitante dos

processos diversos. Exemplo: as asas dos insetos e as asas anfíbios, répteis e outros animais; os músculos

auriculares

das aves. Ambas servem para voar, porém suas origens que movimentam as orelhas (desenvolvidos nos cachorros,

embrionárias são totalmente distintas. por exemplo); e os pelos peitorais.

Homem Baleia Peixe

EVIDÊNCIAS EMBRIOLÓGICAS

O estudo da embriologia comparada mostra que existem

Nadadeira certas semelhanças nos estágios mais prematuros do

Braço desenvolvimento embrionário de diferentes espécies. Porém,

à medida que esse desenvolvimento continua, as diferenças

Nadadeira

se acentuam cada vez mais. Isso é observado, por exemplo,

O esqueleto do braço do homem e o da nadadeira da baleia são no desenvolvimento embrionário dos vertebrados (peixes,

estruturas homólogas, isto é, têm a mesma origem embrionária

anfíbios, répteis, aves e mamíferos). Para os

evolucionistas,

com o mesmo plano básico de organização estrutural.

isso sugere que essas espécies tiveram no passado um

As nadadeiras das baleias e as dos peixes são órgãos análogos,

isto é, apesar de terem a mesma função (servem para nadar), ancestral comum do qual herdaram um mesmo padrão

possuem origem embrionária diferente, com uma organização de desenvolvimento nos estágios iniciais. A embriologia

estrutural completamente distinta. comparada também mostra que essas diferentes espécies de

vertebrados, em determinados estágios do desenvolvimento

Outra evidência anatômica do processo evolutivo são

embrionário, possuem certas características em comum que

os chamados órgãos vestigiais. Tais órgãos são pouco

desenvolvidos (atrofiados) em determinados grupos, mas normalmente se tornam ausentes nos indivíduos adultos.

muito desenvolvidos e funcionais em outros, revelando É o caso, por exemplo, das fendas branquiais e da notocorda.

a existência de um parentesco evolutivo entre eles ou a Isso também evidencia certo grau de parentesco entre elas.

presença de uma “linha de montagem” comum na natureza.

Na espécie humana, são vários os exemplos de órgãos

vestigiais. Entre eles, destaca-se o apêndice vermiforme

(apêndice cecal), que é em geral bastante reduzido, mas

aparece muito desenvolvido nos herbívoros, abrigando

micro-organismos mutualísticos que promovem a digestão da

celulose. Tudo indica que os mamíferos atuais, carnívoros e

herbívoros, tiveram ancestrais comuns, cuja dieta devia ser

baseada em alimentos vegetais, ricos em celulose. Entretanto,

no decorrer da evolução, cecos e apêndices deixaram de ser

vantajosos para alguns grupos de organismos, nos quais

ainda se encontram reduzidos, como vestígios de sua origem.

Íleo Apêndice

Colo cecal

Colo o

Íleo Íleo Réptil

Ceco Peixe Anfíbio Ave Mamífero (tartaruga) co

Ceco Apêndice *de peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos possuem fendas* ***Desenvolvimento embrionário dos vertebrados*** *– Embriões*

cecal

branquiais, cauda e notocorda, pelo menos em determinadas

Comparação entre o ceco do coelho (esquerda) e o do *fases do desenvolvimento embrionário. Essas semelhanças,*

homem (direita) *– Note a diferença de tamanho entre eles; notadamente nos primeiros estágios do desenvolvimento,*

no homem, o apêndice é um órgão vestigial. sugerem uma ancestralidade comum.

Evidências da evolução

O estudo comparado do desenvolvimento embrionário Os resultados da análise bioquímica têm confirmado as

também mostra que espécies muito diferentes, quando adultas, estimativas de parentescos entre espécies obtidas por meio do

possuem estágios larvais (larvas) muito semelhantes. É o caso, estudo de fósseis e da anatomia comparada. Isso reforça ainda

por exemplo, da craca (crustáceo aquático que, quando adulto, mais a teoria de que as espécies atuais resultam da evolução de

vive preso a rochas, casco de barcos e outras superfícies) e dos espécies que viveram no passado, estando todos os seres vivos

camarões. Embora, quando adultos, sejam bem diferentes, relacionados por graus de parentescos mais ou menos distantes.

suas larvas móveis são muito semelhantes, o que também

sugere um grau de parentesco entre esses animais.

EVIDÊNCIAS PALEONTOLÓGICAS

EVIDÊNCIAS BIOQUÍMICAS Essas

evidências estão representadas pelos fósseis. Um

fóssil (do latim *fossile,* extraído da terra) é qualquer resto ou

Certas substâncias são fabricadas igualmente por

vestígio de um ser vivo que habitou o nosso planeta em tempos

células de diferentes espécies. Assim, várias enzimas

remotos. Pode ser um pedaço de tronco de árvore, uma concha

digestivas produzidas pelo organismo humano também são

de molusco, um osso, um dente e mesmo uma simples pegada.

encontradas em outras espécies de animais. A tripsina, por

Os fósseis constituem uma prova evidente de que nosso planeta

exemplo, ocorre em numerosos animais. Outro exemplo é

já foi habitado por seres diferentes dos atuais.

a amilase, enzima produzida por células de quase todos os

invertebrados e vertebrados. O estudo dos fósseis denomina-se paleontologia

(*paleo,* antigo; *onto,* ser; *logo,* estudo) e fornece dados

As semelhanças bioquímicas também testemunham a

importantes sobre a filogenia das espécies, isto é, a história

favor de um laço de parentesco entre espécies distintas,

evolutiva das espécies.

uma vez que quanto mais próximas estiverem as espécies

na sequência evolutiva, menores serão as diferenças Os tipos de fósseis encontrados em determinada camada

bioquímicas entre suas substâncias. Veja no exemplo a seguir de solo refletem a flora e a fauna existentes no local, por

a comparação do número de diferenças nos aminoácidos ocasião da formação das rochas. Assim, a análise dos fósseis

das cadeias polipeptídicas da hemoglobina entre o homem encontrados em camadas sucessivas de rochas sedimentares BIOLOGIA

e outros mamíferos. permite deduzir a sequência das formas de vida que viveram

em determinado local.

 Um fóssil se forma quando os restos mortais de um

organismo ficam salvos tanto da ação dos agentes

decompositores, como das intempéries naturais (vento,

 Sol contínuo, chuva, etc.). Dependendo da acidez e dos

minerais presentes no sedimento, podem ocorrer diferentes

 processos de fossilização. A permineralização, por exemplo,

é o preenchimento dos poros microscópicos do corpo de um

Diferenças nos aminoácidos da hemoglobina *– Considerando*

ser por minerais. Já a substituição consiste na lenta troca

as semelhanças bioquímicas entre os animais relacionados

anteriormente, o chimpanzé é o parente mais próximo do das substâncias orgânicas do cadáver por minerais duros,

homem, e o cavalo, o mais distante. como a sílica, transformando-o em pedra. As condições

mais favoráveis à fossilização ocorrem quando o corpo ou

parte de um animal ou de uma planta são sepultados no

Pares de espécie fundo de um lago e, rapidamente, coberto por sedimentos. **diferença Porcentagem de**

Homem – Chimpanzé 2,5% Embora as partes duras e mineralizadas (ossos, conchas,

Homem – Gibão etc.) tenham mais facilidade de formar fósseis, existem 5,1%

alguns casos raros em que ocorre a fossilização de um

Homem – Macaco do Velho Mundo 9,0% organismo inteiro, com a carne, a pele, órgãos internos

Homem – Macaco do Novo Mundo e esqueleto. Isso ocorreu, por exemplo, com mamutes 15,8%

(ancestrais dos elefantes), que permaneceram soterrados

Homem – Lêmur 42,0%

nas geleiras da Sibéria, e com insetos, que fossilizaram

Diferenças na sequência de nucleotídios entre DNA presos na resina de pinheiros. ***humano e de outros primatas*** – *Determinação da semelhança* A idade de um fóssil pode ser estimada por meio da medição

genética entre primatas através da técnica de hibridização do de

elementos radioativos presentes nele ou na rocha em que

DNA. A proporção de DNA híbrido reflete o grau de semelhança o mesmo se encontra. Essa idade é calculada levando-se em

entre as espécies. consideração a transformação dos elementos radioativos, que

funcionam como verdadeiros “relógios” naturais. Os isótopos *se fragmentou em blocos, que passaram a deslizar sobre a imensa*

radioativos decaem de forma regular em sucessivos períodos *massa de material pastoso e incandescente que fica abaixo da*

de tempo. Durante cada um desses intervalos de tempo, uma *crosta terrestre. O fragmento superior constituiu a Laurásia,*

parte do material permanece radioativa, enquanto uma parte *que veio a se tornar a América do Norte, a Europa e a Ásia.*

igual decai, transformando-se em outro elemento ou em um *O fragmento inferior, a Gondwana, voltou a se fragmentar, dando*

isótopo estável do mesmo elemento. Por exemplo, em 14,3 dias, *origem à América do Sul, à África, à Oceania e à Antártida.*

metade de uma quantidade de fósforo-32 (*Essa teoria é conhecida como a Teoria da Deriva Continental ou* ^{32}P) transforma-se

no seu isótopo estável, o fósforo-31 (*do Deslizamento Continental.* ^{31}P). Durante os próximos 14,3 dias, metade da quantidade remanescente Desde que começou a Deriva Continental, as terras

de ^{32}P transformar-se-á em ^{31}P, restando apenas um quarto do Hemisfério Sul passaram a ficar separadas por largos

da quantidade original de ^{32}P e, assim, sucessivamente. oceanos. Assim, a fauna de cada um dos continentes

O intervalo de tempo que um isótopo radioativo leva para sulinos, em função do isolamento geográfico, foi sofrendo

reduzir sua radioatividade à metade é chamado de meia-vida. diversificação e se tornando acentuadamente distinta das

Assim, a meia-vida do ^{32}P é de 14,3 dias. demais. No decorrer de 200 milhões de anos, os animais se

forma dos organismos que os originaram, possibilitando a O estudo dos fósseis permite deduzir o tamanho e a tornaram profundamente diferentes. Já no Norte, sucedeu que a América do Norte acabou se encontrando com a Ásia e, entre ambas, permaneceu por longo tempo um istmo, que reconstrução de uma imagem, possivelmente parecida, dos serviu de ponte pela qual passavam os animais de um animais e

vegetais, quando estes eram vivos. continente a outro. Como a Europa sempre fez continuidade

O estudo comparado de numerosos fósseis diferentes, continental com a Ásia, resultou, então, que as mesmas

porém todos eles de uma mesma linha evolutiva, constitui espécies podiam migrar da Europa para a Ásia e desta

o que se chama ortogênese. para a América do Norte, e vice-versa. O isolamento entre

os animais desses três continentes só veio ocorrer muito

EVIDÊNCIAS ZOOGEOGRÁFICAS

recentemente, quando, há cerca de 20 mil anos, submergiu

o istmo que ligava o Alasca à Sibéria, surgindo o Estreito de

Behring. Assim, a fauna da América do Norte ficou isolada

A observação científica comprovou que as faunas dos da fauna asiática.

continentes do Hemisfério Norte (América do Norte, Europa e Comparando-se o tempo de isolamento geográfico entre as

Ásia) são profundamente semelhantes entre si, enquanto as terras do Sul (há 200 milhões de anos) e

o isolamento entre

faunas das terras do Hemisfério Sul (América do Sul, África as terras do Norte (cerca de 20 mil anos), encontramos uma

e Oceania) são flagrantemente diferentes umas das outras. provável explicação para a grande diversidade entre os animais

No primeiro caso, estão os ursos, os cervídeos, as raposas, do Sul e para a pouca diversidade entre os animais do Norte.

os castores, os lobos, etc., distribuídos pelos três continentes

do Hemisfério Norte. Já no segundo caso, a fauna da América

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

do Sul (onças, pequenos macacos, tatu, preguiça, tamanduá

e uma grande variedade de pássaros), a fauna da África

(leões, rinocerontes, zebras, girafas, elefantes, gorilas, etc.) **01.** (UFMG) Verificou-se que, quando uma proteína é e a fauna da Oceania (canguru, quivi, ornitorrinco, etc.)

encontrada em muitos tipos diferentes de seres vivos,

revelam profundas diferenças. Por que essa diferenciação?

as diferenças na composição de aminoácidos dessa

proteína são tanto menores quanto mais próximos

60 evolutivamente são os seres comparados e vice-versa.

40

20 representados pelas letras X, Y, Z e W outra espécie do
No esquema a seguir, além do homem, estão

0 grupo dos primatas, um mamífero não primata, um réptil
120 **Pangeia**

120 80 80 40 40 80 120 80 120 e um artrópodo (não há correspondência entre a ordem

20 das letras e a de citação desses animais). Os valores

40 colocados nos cruzamentos das linhas são os números

60 de aminoácidos diferentes no citocromo C dos indivíduos

dos quais elas se originam.

Laurásia Homem

9

Gondwana X 27

Y 21 1

A fragmentação da Pangeia (segundo Wegener) *– Segundo* 26 12 Z 8 15

pesquisas geológicas, todos os continentes da Terra estiveram, 24 *há milhões de anos, fundidos em um só, que Alfred Wegener* 14 *chamou de Pangeia. Há, talvez, 200 milhões de anos, a Pangeia* W

Evidências da evolução

As letras X, Y, Z e W correspondem, respectivamente, Essas diferenças refletem a

aos indivíduos A) eficiência dos diferentes tipos de hemoglobina.

A) macaco, mosca, coelho, tartaruga. B) distância evolutiva entre os grupos considerados.

B) tartaruga, mosca, macaco, coelho.

C) forma de respiração desenvolvida por cada grupo em

C) mosca, tartaruga, coelho, macaco. questão.

D) coelho, mosca, macaco, tartaruga. D) inexistência de correlação entre o tipo de hemoglobina

e o tipo de animal.

E) mosca, macaco, tartaruga, coelho.

E) proporcionalidade entre o tamanho da molécula e o

02. tamanho do organismo considerado. (Unifor-CE) Em relação ao estudo da evolução, considere

as afirmativas a seguir: **05.** (UNEB-BA) No estudo da evolução animal, é frequente

I. A evolução só pode ser estudada através dos fósseis. o uso dos termos análogos e homólogos. Sobre eles,

II. A comparação de estruturas homólogas contribui para é **CORRETA** a seguinte afirmação:

o entendimento da evolução.

A) São análogas estruturas de mesma função, mas de

III. É importante conhecer a distribuição geográfica dos

diferente origem.

organismos atuais e dos extintos.

IV. A genética não é importante para estudos evolutivos. B) São análogas estruturas de mesma origem, mas de

diferente função.

Estão **CORRETAS** somente

A) I, II e III. C) São homólogas apenas estruturas de mesma função

e de mesma origem.

B) II, III e IV.

D) São homólogas estruturas de mesma função, mas de

C) I e IV. diferente origem.

D) II e III. E) Toda estrutura homóloga é análoga, mas nem toda

E) III e IV. estrutura análoga é homóloga.

BIOLOGIA

03. (PUC Minas) São análogos os órgãos que desempenham a

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

mesma função, embora não possuam a mesma estrutura.

Assim, são considerados órgãos análogos **01.** (UFRGS) A presença de estruturas vestigiais em uma

espécie indica que ela

A) asas das aves e asas dos morcegos.

A) encontra-se em vias de desaparecimento,

B) nadadeiras da foca e patas do cavalo.

descendendo de espécie em que aquelas estruturas

C) asas das aves e asas dos insetos. são normalmente desenvolvidas.

D) nadadeiras das baleias e nadadeiras dos botos. B) é antecessora de espécie em que aquelas estruturas

se desenvolvem ou se desenvolverão.

E) asas dos morcegos e membros superiores do homem.

C) vem mudando de hábito, tornando desnecessárias

04. aquelas estruturas, que tendem a desaparecer. (FCMMG)

Diferença no número de o D) migrou de seu ambiente original, tornando involuídas

aminoácidos da hemoglobina aquelas estruturas. Sap

75 E) descende, com outras espécies que têm aquelas

estruturas desenvolvidas, de um ancestral comum.

50 Galinha *Rhesus* a

02. (Cesgranrio) Quanto aos órgãos análogos, podemos

Camundongo afirmar que

Espécie human

25 Macaco A) podem ser exemplificados pelas nadadeiras peitorais

da baleia e pelo braço humano, apesar do seu

aspecto diverso.

B) são perfeitamente exemplificados pelas asas da

borboleta e do passarinho.

O gráfico apresentado nos mostra as diferenças

C) são uma prova bioquímica da evolução.

observadas entre a hemoglobina humana e a hemoglobina

de outros animais, no que se refere à sua composição D) são uma prova embriológica da evolução.

em aminoácidos. E) possuem a mesma formação embriológica.

Frente D Módulo 13

03. (UFC) Suponha que paleontólogos descobriram um fóssil C) A existência de órgãos vestigiais demonstra que

no Brasil que pertencia a uma mesma espécie encontrada muitos órgãos estão em franco processo de evolução

na África. A explicação para esse fato está no(a) para formas mais desenvolvidas.

A) deriva continental. D) Por servirem à locomoção no meio aquático, os

B) membros anteriores da baleia e as nadadeiras dos mutação.

peixes são órgãos análogos, embora não homólogos.

C) isolamento geográfico.

E) Todas as alternativas estão corretas.

D) desertificação.

E) especiação. **07.** (UFJF-MG) Em relação às evidências da evolução biológica,

é **CORRETO** afirmar que

04. (UFES) Com relação à evolução, observe as afirmativas A) um órgão vestigial, como o apêndice vermiforme no

a seguir: homem, não é evidência da evolução, porque é uma

I. Fósseis são restos ou impressões deixadas por seres estrutura atrofiada e sem função aparente.

que habitaram a Terra no passado e constituem provas B) a pata dianteira de um cavalo e a asa de um morcego

de que nosso planeta foi habitado por seres diferentes constituem evidência da evolução, porque são

dos que existem atualmente. estruturas homólogas, apesar de o cavalo ter perdido

II. A explicação mais lógica para as semelhanças estruturais os dedos, enquanto, no morcego, estes não só foram

entre seres vivos com aspectos e modos de vida mantidos como alongados. diferentes é que eles descendem de um mesmo C) a asa de uma ave e o élitro (asa dura) de um besouro

ancestral. podem ser considerados como evidência da evolução,

porque são estruturas análogas, que possuem origem

III. A semelhança entre as proteínas de diferentes seres embriológica diferente.

vivos pode ser explicada admitindo-se que esses seres

D) os fósseis constituem uma evidência da evolução,

tenham tido um ancestral comum.

porque mostram que os organismos atuais são mais

IV. A teoria que admite que as espécies não se alteram especializados e mais adaptados que os extintos.

no decorrer dos tempos denomina-se fixismo.

Assinale, **08.** (UNIRIO-RJ) Observe e analise a tabela a seguir:

A) se apenas I, II e III estiverem corretas.

B) se apenas II, III e IV estiverem corretas. **Organismos Tipos de enzimas respiratórias**

C) se apenas I, III e IV estiverem corretas. **1 2 3 4**

D) se todas estiverem corretas. A X X

E) se todas estiverem incorretas. B X

C X X X X

05. (Cesgranrio) Com referência à analogia que se verifica entre D X X X

certas estruturas orgânicas, tais como a asa de um inseto e X = enzimas presentes no organismo

a de uma ave, podemos afirmar que essa analogia

A) indica claramente relações evolutivas entre os dois Com base nesses dados, podemos inferir que os dois

seres, consequentes de adaptações às mesmas organismos **MAIS** aparentados do ponto de vista

condições ambientais. evolutivo são

B) indica relações evolutivas entre os dois seres, porém A) A e B. C) B e C. E) C e D.

não resultantes de influência ambiental. B) A e C. D) B e D.

C) não indica relações evolutivas entre os dois seres nem **09.** (Mackenzie-SP) O estudo dos órgãos homólogos em

é resultante de condições ambientais semelhantes.

animais revela aspectos importantes sobre a evolução

D) não indica relações evolutivas. São estruturas que dos seres vivos. Assinale a alternativa que apresenta

evoluíram independentemente e resultaram de **APENAS** órgãos considerados homólogos. adaptações funcionais às mesmas condições ambientais.

A) Nadadeira de baleia; nadadeira de peixe; asa de ave;

E) indica relações evolutivas, consequentes de um asa de inseto.

mesmo conteúdo gênico. B) Nadadeira de baleia; nadadeira de peixe; asa de

06. (UFSCar-SP) Assinale a alternativa **CORRETA**. C) Asa de morcego; asa de ave; nadadeira de baleia; morcego; asa de inseto.

A) Os ossos dos membros anteriores do morcego formam nadadeira de peixe.

órgãos homólogos às asas dos insetos, por servirem D) Pata de cavalo; braço humano; nadadeira de baleia;

à locomoção no meio aéreo. asa de ave.

B) Não podemos estabelecer homologia entre asas de E) Braço humano; asa de ave; asa de morcego; asa de

aves e asas de mamíferos. inseto.

Evidências da evolução

10. (UEL-PR–2011) Atletas utilizam seus membros **13.** (UERJ–2010) Técnicas de hibridização ou de determinação

anteriores para a realização de lançamentos. As figuras da sequência de bases do DNA permitem estimar o grau

16, 17 e 18 representam membros anteriores de de parentesco entre espécies de seres vivos. O resumo

diferentes espécies animais. da árvore evolutiva, esquematizado a seguir, apresenta

resultados de pesquisas realizadas com primatas

utilizando essas técnicas:

Diferenças
entre 7,0%

o DNA dos outros 4,0% 2,3% 1,4%

primatas em macacos orangotango gorila homem chimpanzé

Figura 16: Braço humano relação ao DNA

do
chimpanzé

–7 x 10^6 anos

–10 x 10^6 anos

–15 x 10^6 anos

–30 x 10^6 anos Quando viveram,

Figura 17: Asa de ave Figura 18: Asa de morcego seus ancestrais aproximadamente,

De acordo com as figuras e os conhecimentos sobre Entre os primatas citados, **RELACIONE**, na ordem

características evolutivas dos animais, considere as crescente de semelhança ao genótipo do chimpanzé, os

afirmativas a seguir: que tiveram um ancestral que viveu há cerca de 10 milhões

de anos. **INDIQUE**, ainda, o percentual de semelhança.

I. Por terem funções distintas, os membros anteriores

de humanos e de aves apresentam esqueletos com

14. (PUC-SP) A análise bioquímica comparativa de uma estrutura diferente. mesma proteína encontrada entre as espécies cavalo,

II. Os membros anteriores de morcegos e de humanos chimpanzé e homem revelou que a molécula é constituída são estruturas que surgiram de forma independente, de 100 aminoácidos, dispostos da mesma maneira ou ordem no homem e no chimpanzé, enquanto, no cavalo, com origem embrionária diferente.

difere em 10 dos 100 aminoácidos encontrados.

III. As estruturas ósseas das asas de morcegos e de aves Considerando que o DNA determina a síntese de

são homólogas, pois são derivadas de um ancestral proteínas na célula através do RNA mensageiro, como

comum. você explicaria a BIOLOGIA

IV. No processo de adaptação para o voo, asas de A) semelhança entre essa proteína no homem e no

aves e de morcegos evoluíram independentemente, chimpanzé? fenômeno conhecido como evolução convergente. B) diferença entre essa proteína do cavalo, quando

comparada com à do homem e à do chimpanzé?

Assinale a alternativa **CORRETA**.

A) Somente as afirmativas I e II são corretas. **15.** (UFPI) A figura a seguir mostra o desenvolvimento

embrionário de diferentes vertebrados.

B) Somente as afirmativas II e IV são corretas.

C) Somente as afirmativas III e IV são corretas.

D) Somente as afirmativas I, II e III são corretas.

E) Somente as afirmativas I, III e IV são corretas.

11. (Unicamp-SP) O desenvolvimento de estruturas

análogas ocorreu em diversos grupos de animais, Réptil Peixe Anfíbio Ave Mamífero independentemente. **APRESENTE** um exemplo de (tartaruga)

considerada análoga à de algum invertebrado. Observando-a com atenção, pode-se concluir **CORRETAMENTE** que estrutura que ocorre em vertebrados e que pode ser

12. A) existe uma grande semelhança no desenvolvimento

(UNIRIO-RJ) O citocromo C é uma proteína respiratória que

se encontra em todos os organismos aeróbios. A molécula primeiros estágios. embrionário dos diferentes animais, sobretudo nos

dessa proteína existe em todas as espécies com a mesma

B) a presença de cauda é uma característica comum nos

função, sendo constituída de 104 aminoácidos. estágios finais do desenvolvimento dos diferentes

No decurso da evolução, as mutações mudaram os animais.

aminoácidos em certas posições da proteína, mas o C) os estágios jovens do desenvolvimento embrionário de

citocromo C de todas as espécies tem incontestavelmente um animal são bastante diferentes dos estágios jovens

estrutura e função semelhantes, tornando-se, para o do desenvolvimento embrionário de seus ancestrais.

evolucionismo, uma evidência de ordem D) uma ancestralidade comum não pode ser evidenciada

através da observação do desenvolvimento embrionário.

A) paleontológica. C) citológica. E) bioquímica.

E) quanto mais diferentes são os organismos, maior a

B) embriológica. D) anatômica. semelhança embrionária entre eles.

Frente D Módulo 13

SEÇÃO ENEM

Observando esse esquema, os paleontólogos concluíram que o período geológico em que haviam encontrado essa

01. (Enem–2000) nova espécie era o Devoniano, tendo ela uma idade

estimada entre 405 milhões e 345 milhões de anos.

Destes cinco grupos de animais que estavam associados

à nova espécie, aquele que foi determinante para a

definição do período geológico em que ela foi encontrada é

A) xifosura, grupo muito antigo, associado a outros

Avestruz animais.

Ema Emu B) trilobita, grupo típico da Era Paleozoica.

C) braquiópodo, grupo de maior distribuição geológica.

D) ostracodermo, grupo de peixes que só aparece até o

No mapa, é apresentada a distribuição geográfica de

Devon

aves de grande porte e que não voam. Há evidências

E) placodermo, grupo que só existiu no Devoniano.

mostrando que essas aves, que podem ser originárias

de um mesmo ancestral, sejam, portanto, parentes.

Considerando que, de fato, tal parentesco ocorra, uma

GABARITO

explicação possível para a separação geográfica dessas

aves, como mostrada no mapa, poderia ser:

A) A grande atividade vulcânica, ocorrida há milhões de

Fixação

anos, eliminou essas aves do Hemisfério Norte.

B) Na origem da vida, essas aves eram capazes de voar, 01. D 02. D 03. C 04. B 05. A

o que permitiu que atravessassem as águas oceânicas, Propostos ocupando vários continentes.

C) O ser humano, em seus deslocamentos, transportou

01. E 03. A 05. D 07. B 09. D

essas aves, assim que elas surgiram na Terra,

distribuindo-as pelos diferentes continentes. 02. B 04. D 06. D 08. E 10. C

D) O afastamento das massas continentais, formadas 11. As asas de um morcego (ou as asas de uma ave)

pela ruptura de um continente único, dispersou essas e as asas de um inseto (borboleta, por exemplo)

aves que habitavam ambientes adjacentes. são estruturas análogas, por exercerem as

E) A existência de períodos glaciais muito rigorosos, mesmas funções; porém, têm origem embrionária

no Hemisfério Norte, provocou um gradativo e estruturas internas completamente diferentes.

deslocamento dessas aves para o Sul, mais quente. 12. E

02. 13. 1º) Gorila: 97,7% (Enem–2005) Uma expedição de paleontólogos descobre,

em um determinado extrato geológico marinho, uma 2º) Homem: 98,6%

nova espécie de animal fossilizado. No mesmo extrato 14. A) A semelhança entre a proteína no ser

foram encontrados artrópodes xifosuras e trilobitas, humano e no chimpanzé revela semelhanças

braquiópodos e peixes ostracodermos e placodermos. genéticas entre as espécies, decorrentes do

O esquema a seguir representa os períodos geológicos fato de terem surgido de ancestrais comuns

em que esses grupos viveram. e de sua diferenciação ter ocorrido em uma

época relativamente recente. No RNA-m para

a referida proteína, tanto no homem quanto

Placodermo genética a respeito de sua estrutura primária. no chimpanzé, existe a mesma informação

B) A semelhança proteica entre cavalos,

Ostracodermo chimpanzés e seres humanos revela

ancestralidade comum; porém, a diferenciação

Braquiópodo dos cavalos ocorreu em período anterior à

de homens e chimpanzés, o que se constata

Trilobita proteínas. Assim, a informação contida no pela diferença de 10 aminoácidos entre suas

RNA-m do cavalo a respeito da estrutura

Xifosura primária da proteína difere em 10 aminoácidos

rio o em relação ao homem e ao chimpanzé. no no no 15. A ná no ia vicia ter ssico ssico onia ciário bornífer mbr ev Triá Seção Enem Qua Ter Cretáceo Jurá Permia Ca D Siluriano Ordo Ca

Era Era Era 01. D 02. E

Cenozoica Mesozoica Paleozoica

FRENTE Mecanismos de especiação 14 D

Denomina-se especiação o processo de formação de Existem diferentes tipos de mecanismos de isolamento

nova(s) espécie(s) ocorrido a partir de uma espécie ancestral. reprodutivo que podem ser mecanismos pré-copulatórios

Envolve a ocorrência de diferentes eventos, como mutações, (pré-zigóticos) e mecanismos pós-copulatórios (pós-zigóticos).

diversificação gênica e seleção natural. Pode ser feita com ou

sem a ocorrência de isolamento geográfico. Assim, distinguimos Mecanismos pré-copulatórios dois tipos de especiação: alopátrica (*allo*, diferente; *patris*,

lugar de origem) ou simpátrica *(sym,* com). São aqueles que impedem de alguma forma a realização

da cópula entre os indivíduos e, consequentemente, não há

ESPECIAÇÃO ALOPÁTRICA a formação

do zigoto. Isso pode ocorrer devido ao:

• **Isolamento estacional, sazonal** ou **temporal** –

Nesse tipo de especiação, também conhecido por

especiação geográfica ou ainda cladogênese, as novas Os membros de duas espécies não se cruzam porque

espécies se formam quando uma população é dividida seus períodos de reprodução não coincidem. Por

(separada) em dois ou mais grupos por uma barreira exemplo, duas espécies de aves que habitam uma

geográfica, ou seja, quando entre os diferentes grupos se mesma região podem não se cruzar por terem períodos

estabelece um isolamento geográfico. de reprodução em diferentes épocas do ano.

Acredita-se que essa seja a forma predominante de

• **Isolamento de hábitat, ecológico** ou **espacial** –

especiação para a maioria dos grupos de organismos. Para Os membros de duas espécies não se cruzam

que haja esse tipo de especiação, alguns eventos precisam naturalmente pelo fato de viverem em hábitats

ocorrer em etapas sequenciais. São eles: isolamento diferentes.

geográfico, diversificação gênica e isolamento reprodutivo. • **Isolamento etológico** ou **comportamental** –

O isolamento geográfico é a separação física de indivíduos Os membros de duas espécies não se cruzam

de uma população em subpopulações. As barreiras porque seus comportamentos de corte, antes do

geográficas que isolam ou separam as subpopulações podem acasalamento, são diferentes e incompatíveis. Nesse

ser, por exemplo, um rio que corta uma planície, um vale que grupo, estão incluídos mecanismos de isolamento

separa dois planaltos, um cadeia de montanhas, um braço graças à incompatibilidade de comportamento

de mar que separa ilhas e continentes, etc. baseado na produção e recepção de estímulos que

levam machos e fêmeas à cópula. Esses estímulos são

A diversificação gênica é a progressiva diferenciação

específicos para cada espécie. Como exemplo, tem-se

do conjunto gênico das subpopulações isoladas. Ela é

os sinais luminosos emitidos por vaga-lumes machos

causada por dois fatores: mutações, que introduzem

que, de espécie para espécie, variam em frequência,

genes diferentes em cada uma das subpopulações

duração da emissão e cor (desde branco, azulado,

isoladas, e seleção natural, que, atuando em ambientes

esverdeado, amarelo, laranja até vermelho). Outro

distintos, pode preservar conjuntos de genes em uma das

exemplo é o canto das aves: as fêmeas são atraídas

subpopulações e eliminar conjuntos similares de outra.

para o território dos machos de sua espécie em

O isolamento reprodutivo resulta da incapacidade, total ou função do canto, que é específico.

parcial, de membros de duas subpopulações se cruzarem,

produzindo descendência fértil. Em geral, depois de um • **Isolamento mecânico** – Os membros de duas

longo período de isolamento geográfico, as subpopulações espécies não se cruzam por incompatibilidade entre

isoladas se diferenciam tanto que perdem a capacidade de seus órgãos reprodutores. Isso pode acontecer tanto

se cruzar e / ou gerar descendentes férteis, tornando-se, em animais, em que a diferença de tamanho ou

assim, reprodutivamente isoladas. A partir do momento em forma dos órgãos genitais impede a cópula, como

que se estabelece, entre duas subpopulações, o isolamento em plantas, em que o tubo polínico não

consegue

reprodutivo, elas são consideradas espécies distintas. germinar no estigma de uma flor de outra espécie.

Frente D Módulo 14

Mecanismos pós-copulatórios *natural se processará de maneira a ajustar cada uma das populações às condições existentes em cada ambiente. Assim,*

São aqueles que atuam depois de o zigoto ter se formado. *a ação conjunta das mutações e da seleção natural diferencial vai*

Isso pode ocorrer devido à: *selecionando, em cada grupo, genes favoráveis ou adaptativos*

de acordo com o meio em que se encontram. Isso significa

• **Inviabilidade do híbrido** – Os membros de duas *que o* pool *gênico, isto é, o conjunto de genes original vai se*

espécies podem copular, e o zigoto se forma, mas

alterando de maneira a estabelecer certas diferenças genéticas

morre prematuramente devido à incompatibilidade

entre os indivíduos das populações A e B. A acentuação

entre os genes dos dois gametas que

participaram

dessas diferenças leva à formação de raças ou subespécies.

de sua formação.

Nesse estágio, entretanto, se indivíduos da raça A entrarem em

contato com indivíduos da raça B, ainda serão capazes de se

• **Esterilidade do híbrido** – O híbrido entre duas

cruzarem e originar descendentes férteis, o que significa que a

espécies se forma, sendo muitas vezes até mais

raça A e a raça B continuam sendo integrantes de uma mesma

vigoroso que os membros das espécies parentais,

espécie. Se, entretanto, o isolamento geográfico persistir, as

mas é estéril. A esterilidade ocorre porque as gônadas

(glândulas sexuais) se desenvolvem anormalmente *diferenças genéticas irão se acentuando cada vez mais, até*

ou porque a meiose é anormal. *se estabelecer uma incompatibilidade reprodutiva (isolamento*

reprodutivo) entre as duas populações. Nesse caso, A e B não mais

• *serão capazes de se cruzarem entre si, originando descendentes*

Deterioração da geração F – A primeira geração 2

de híbridos entre duas espécies (F *férteis, e, assim, passam a constituir espécies distintas.*) é normal e fértil, 1

mas seus filhos, a geração F , são indivíduos

estéreis. 2

Isso se deve à recombinação gênica incompatível, Podemos resumir a especiação alopátrica (especiação

que ocorre na formação dos gametas que originam geográfica) da seguinte maneira: a geração F . 2

A) A condição inicial para o mecanismo da especiação

O esquema a seguir mostra as diferentes etapas para a é o estabelecimento de um isolamento geográfico.

ocorrência de especiação, quando uma população é separada Em outras palavras: grupos de indivíduos de uma

por uma barreira geográfica: mesma espécie são separados por alguma barreira

física, como uma massa de água (rios, mares),

Mutações Raça ou

cordilheira, vales, etc. O isolamento geográfico pode

e seleção subespécie

ocorrer, por exemplo, quando um grupo migra para

outras regiões em busca de melhores condições

A

População de vida, ou quando sementes de plantas são

inicial transportadas para longe da população original pelo Isolamento Isolamento Espécies

geográfico reprodutivo novas vento ou por animais.

B) As populações geograficamente isoladas passam por

B

mutações e seleções naturais diferenciadas, fato que

Mutações provoca a alteração dos seus conjuntos gênicos, de Raça ou

e seleção subespécie maneira a originar raças ou subespécies.

Especiação geográfica *– Imaginemos uma população* **C)** A manutenção do isolamento geográfico pode

estabelecida em um determinado ambiente. Suponhamos, aumentar as diferenças genéticas entre as raças, que

agora, que um grupo de indivíduos dessa população migre para passam a exibir um isolamento reprodutivo. Ocorre,

uma outra área e perca totalmente o contato com a população então, a formação de espécies novas. *original. Dessa maneira, estabelece-se entre os dois grupos um*

isolamento geográfico. Ficam, então, duas populações A e B, Fala-se em irradiação adaptativa quando diferentes

ainda pertencentes a uma mesma espécie, porém instaladas espécies,

adaptadas a condições ambientais diferentes,

em áreas diferentes. Nessa situação, tais populações podem tiveram a origem a partir de uma população ancestral

sofrer, ao longo dos anos, mutações diferenciais, e a seleção comum, por processos de especiação geográfica.

90 Coleção Estudo

Mecanismos de especiação

ESPECIAÇÃO SIMPÁTRICA

Esse tipo de especiação, também conhecido por anagênese,

8

3 não exige isolamento geográfico. Um bom exemplo desssa

2 especiação ocorre em plantas pela formação de indivíduos 4

poliploides (poliploidia), conforme mostra o esquema a seguir:

1 2N

N

7 2N

5 N

2N Gametas

Planta (N)

original (2N) 2N

6 N

2N 2N

Irradiação adaptativa *– Em milhões de anos de evolução,* Zigoto N *a partir de mamíferos primitivos* ***(1)****, surgiram, por irradiação* 2N Gametas *adaptativa, diferentes tipos de mamíferos:* ***(2)*** *arborícolas* Planta *(macacos),* ***(3)*** *voadores (morcegos),* ***(4)*** *cavadores de buracos* fértil (2N) 3N

(toupeiras), ***(5)*** *herbívoros corredores (veados),* ***(6)*** *aquáticos* 3N 3N *(baleia),* ***(7)*** *resistentes ao clima do deserto (rato-canguru),* Zigoto ***(8)*** *carnívoros ferozes (tigre) e muitos outros tipos.* 3N

[redacted]

Ao contrário da irradiação adaptativa, pela qual os estéril

[redacted]

4N (3N)

seres vivos vão ficando cada vez mais diferentes entre si, 2N

originando novas espécies, observamos que, na convergência 4N 4N 2N Zigoto BIOLOGIA evolutiva ou adaptação convergente, seres de espécies 4N Gametas totalmente diferentes podem evoluir no sentido da aquisição (2N) Planta de adaptações semelhantes para a vida num mesmo meio. fértil (4N) 2N

[redacted]

Assim, acabam surgindo espécies diferentes com caracteres 2N 2N comuns, às vezes com acentuadas semelhanças. Veja o 2N exemplo a seguir: 2N Gametas

[redacted]

(2N)

Planta

Tubarão (peixe) original (2N)

Poliploidia *– A poliploidia pode ocorrer quando,*

acidentalmente, em uma planta normal diploide (2n), em

Ictiossauro (réptil) *vez de se formar em gametas haploides (n), produzem-se*

gametas diploides (2n). A união de dois gametas diploides

(2n) resulta na formação de um indivíduo tetraploide (4n).

Essa planta tetraploide, por sua vez, produz gametas diploides

(2n). Se um gameta diploide (2n) fecundar um gameta haploide (n)

de uma planta normal, o resultado será a formação de uma

planta triploide (3n) estéril, ou seja, uma planta que não produz

Golfinho (mamífero) *gametas. Por outro lado, se na fecundação houver a união de*

***Adaptação convergente** – As mesmas mutações que dois gametas diploides (2n), a planta tetraploide (4n) resultante*

ocorreram nos ancestrais do tubarão (peixe), do ictiossauro será fértil, ou seja, produzirá gametas diploides (2n). Veja que

(réptil já extinto) e do golfinho (mamífero), tornando-os mais entre a planta tetraploide (4n) e a planta original diploide (2n) se

adaptados ao hábitat aquático, como o corpo fusiforme e o estabelece um isolamento reprodutivo e, dessa forma, constituem

aparecimento de nadadeiras, fizeram com que tais animais duas espécies distintas. A poliploidia pode criar novas espécies

de grupos tão diferentes assumissem entre si a enorme muito mais facilmente em plantas do que entre os animais,

semelhança física, que se pode ver pela figura. Esse fenômeno porque as plantas de várias espécies podem se reproduzir

é a convergência evolutiva. por autofecundação.

Frente D Módulo 14

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

Indique a sequência **CORRETA** que ocorreu na formação de duas espécies novas a partir da população ancestral.

01. A) I, V, VI, II, III, IV (UFC) A evolução biológica é o processo através do qual

B) I, VI, V, II, III, IV

ocorrem as transformações nos seres vivos e é entendida

C) I, II, V, III, VI, IV

como o conjunto de mudanças cumulativas que ocorrem

D) I, II, IV, III, VI, V

ao longo do tempo em uma população, relacionando-se

E)
I,
VI,
V,
IV,
II,
III

com a forma de adaptação ao ambiente.

1. Seleção natural **03.** (PUC Rio) Em sua estada no Arquipélago de Galápagos,

2. Convergência adaptativa Darwin estudou um grupo de espécies de pássaros,

3. Irradiação adaptativa muito semelhantes entre si, mas com os bicos diferentes,

4. Especiação adaptados a distintos regimes alimentares. Essas espécies

5. Homologia diferentes originaram-se de um ancestral comum. Esse

é um mecanismo evolutivo denominado

( ) Formação de novas espécies, que normalmente

se inicia com a separação da espécie em duas ou A) coevolução. mais populações por uma barreira física de difícil B) fluxo gênico. transposição. C) convergência adaptativa.

( ) O ambiente atua sobre a diversidade intraespecífica e D) irradiação adaptativa.

elimina os indivíduos menos adaptados, selecionando E) hibridação. os mais adaptados que sobrevivem e se reproduzem.

( ) Semelhança quanto à estrutura entre órgãos de

04. (UFPI) Ao observamos o voo de uma ave e o voo de

espécies diferentes que têm um ancestral comum, um

inseto, podemos deduzir que as asas de cada um

apresentando esses órgãos ainda a mesma origem funcionam e são utilizadas para um mesmo objetivo.

embrionária. Entretanto, a origem embriológica das asas das aves e

( ) Um grupo ancestral pode dispersar-se por vários dos insetos é diferente. Essas características constituem

ambientes, como florestas e campos, originando exemplo de

novas espécies que ocupam diferentes hábitats ou A) seleção natural. nichos ecológicos.

B) seleção artificial.

( ) Descendentes de ancestrais diferentes que ocupam o

C) convergência evolutiva.

mesmo hábitat, submetendo-se aos mesmos fatores

D) seleção sexual.

de seleção natural e que, com o tempo, tiveram

selecionados aspectos adaptativos semelhantes. E) mimetismo.

Assinale a alternativa que contém a sequência **CORRETA**. **05.** (VUNESP) Três populações de insetos, X, Y e Z, habitantes

A) 4, 3, 2, 5, 1 de uma mesma região e pertencentes a uma mesma

B) 2, 4, 5, 1, 3 espécie, foram isoladas geograficamente. Após vários

C) 4, 1, 5, 3, 2 anos, com o desaparecimento da barreira geográfica,

D) 2, 5, 1, 3, 4 verificou-se que o cruzamento dos indivíduos da

E) 1, 4, 3, 2, 5 população X com os da população Y produzia híbridos

estéreis. O cruzamento dos indivíduos da população X

02. (UFMS) Na sequência mostrada a seguir, estão com os da população Z produzia descendentes férteis,

relacionados determinados eventos referentes ao e o dos indivíduos da população Y com os da população Z

processo de especiação biológica. não produzia descendentes. A análise desses resultados

I. População original. permite concluir que

II. Surgimento de barreira geográfica. A) X, Y e Z continuaram pertencendo à mesma espécie.

B) X, Y e Z formaram três espécies diferentes.

III. Populações que já podem ser consideradas raças

distintas. C) X e Z tornaram-se espécies diferentes, e Y continuou

a pertencer à mesma espécie.

IV. Populações que já podem ser consideradas espécies

D) X e Z continuaram a pertencer à mesma espécie, e Y

distintas.

tornou-se uma espécie diferente.

V. Acúmulo de diferenças genéticas entre populações.

E) X e Y continuaram a pertencer à mesma espécie, e Z

VI. Estabelecimento de isolamento reprodutivo. tornou-se uma espécie diferente.

Mecanismos de especiação

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

04. (Cesgranrio) *Em 1835, o inglês C. Darwin, estudando os habitantes de Galápagos, concluiu que, há milhões de*

anos, espécies do continente teriam migrado para as ilhas

01. (UFPA) Na borda norte e na borda sul do Grand Canyon, *e geraram espécies novas que não se desenvolveram em*

habitam duas populações de esquilos com diferenças *nenhuma outra parte.*

morfológicas marcantes que, em condições naturais, SUPERINTERESSANTE, ago. 1998.

sem as barreiras geográficas, não são capazes de Certamente, uma das espécies a que o texto se refere

se intercruzarem. As duas populações constituem são os tentilhões (aves) de Darwin que, a partir de um

_____ diferentes, devido principalmente ancestral comum, originaram um grande número de outros

a(ao) _____. tentilhões diferentes. A esse tipo de processo chamamos

A alternativa que completa **CORRETAMENTE** a frase é A) fluxo gênico.

B) seleção natural.

A) raças – isolamento reprodutivo.

C) evolução convergente.

B) espécies – isolamento reprodutivo.

D) irradiação adaptativa.

C) raças – isolamento geográfico.

E) convergência adaptativa.

D) espécies – isolamento geográfico.

E) raças – diferenças morfológicas. **05.** (VUNESP) O tubarão, peixe cartilaginoso, e o golfinho,

mamífero cetáceo, filogeneticamente distintos,

02. (PUC-SP) Uma barreira geográfica separou a população A apresentam grande similaridade quanto à forma

em dois grupos designados por A1 e A2. Com o decorrer hidrodinâmica e aos apêndices locomotores. O mecanismo

do tempo, A1 e A2 foram se diferenciando e deram evolutivo que explica tal similaridade é

origem, respectivamente, a duas populações designadas

A) convergência adaptativa.

por B1 e B2.

B) analogia estrutural.

I. A1 e A2 podem ter passado por estágios em que

BIOLOGIA

C) irradiação adaptativa.

deram origem a subespécies.

D) homologia evolutiva.

II. B1 e B2 podem ser duas espécies distintas.

E) evolução paralela.

III. As proteínas produzidas por indivíduos das populações

A1 e A2 devem apresentar maior semelhança entre

06. (PUC-SP) As semelhanças encontradas entre dois animais si do que as produzidas por B1 e B2. aquáticos como o golfinho e o tubarão indicam evolução

Pode-se considerar A) convergente, pois esses animais são filogeneticamente

distantes e apresentam adaptações semelhantes.

A) apenas I e II viáveis.

B) divergente, pois esses animais apresentam homologias

B) apenas I e III viáveis. indicadoras de parentesco.

C) apenas II e III viáveis. C) convergente, pois esses animais apresentam

homologias indicadoras de parentesco.

D) I, II e III viáveis.

D) divergente, pois esses animais apresentam analogias

E) apenas uma delas viável.

indicadoras de parentesco.

03. E) convergente, pois esses animais são filogeneticamente

(Unifor-CE) Há milhares de anos, uma ilha separou-se do

próximos e apresentam adaptações semelhantes.

continente. As espécies encontradas atualmente nessa

ilha são bem diferentes das espécies continentais,

embora **07.** (PUC Minas) Constituem mecanismos de isolamento

sejam aparentadas. O processo inicial, que desencadeou reprodutivo pré-copulatório, **EXCETO**

o surgimento dessas espécies na ilha, foi

A) Ocupação diferencial de hábitat

A) convergência.

B) Mortalidade do zigoto

B) isolamento reprodutivo.

C) Isolamento mecânico

C) isolamento geográfico.

D) mutação. D) Diferentes padrões de comportamento

E) recombinação gênica. E) Diferença na época reprodutiva

Frente D Módulo 14

08. (PUC Minas) A evolução biológica, entendida como o **10.** (UniCEUB-DF) O arquipélago havaiano ocupa uma posição

conjunto de mudanças cumulativas que ocorrem ao isolada no meio do Pacífico, distando cerca de 3 700 km

longo do tempo em uma população, relaciona-se com a da América do Norte e mais de 5 500 km da Ásia. O

adaptação dos seres vivos ao ambiente. esquema adiante, modificado por Moody (1975), mostra

os bicos de seis espécies de aves da família Drepanidae

(drepanídeos), que habitam diversas ilhas do Havaí, provavelmente descendentes de um ancestral semelhante ao "espora-de-mel", pássaro que habita a América tropical.

Pseudonestor sp *Psittirostra kona*

Hemignathus

obscurus Hemignathus willsoni

Hemignathus lucidus

Loxops virens

A figura anterior representa a origem de algumas A existência dessa diversidade entre os drepanídeos pode

espécies típicas de diferentes ambientes a partir de um ser explicada como um fenômeno evolutivo decorrente da

ancestral comum. Com base na análise da figura e de A) deriva genética.

acordo com seus conhecimentos, assinale a alternativa B) convergência adaptativa.

INCORRETA. C) irradiação adaptativa.

A) As espécies originadas no processo de irradiação D) mutação.

adaptativa representado na figura apresentam como E) lei do uso e do desuso.

característica comum a presença de placenta.

11. (UFU-MG) O isolamento reprodutivo é uma das etapas

B) As variações adaptativas ocorridas em cada grupo para a formação de novas espécies. As afirmativas a

foram induzidas pela ação dos diferentes fatores do seguir se referem a alguns tipos desses isolamentos.

meio ambiente. I. Cruzamento entre égua e jumento, originando a mula.

C) As novas espécies originadas apresentarão alguns II. Diferenças no ritual de corte na época do acasalamento.

aspectos semelhantes, devido à sua ancestralidade III. Os membros de duas populações não se cruzam

comum. devido à diferença de tamanho ou forma dos

D) A diversificação é moldada pelas diversas condições respectivos órgãos reprodutores.

ambientais que selecionam, em cada região, IV. Populações A e B apresentam atividades sexuais em

características diferentes. diferentes épocas do ano.

Baseado no exposto anterior, assinale a alternativa

09. (UEL-PR) Um pesquisador observou que os vaga-lumes de **CORRETA** que corresponde, respectivamente, ao tipo

uma dada população (A) emitem sinais luminosos longos de isolamento reprodutivo.

e azulados e que os de outra população (B) emitem sinais A) Comportamental, esterilidade do híbrido, mecânico,

curtos e avermelhados; observou também que os animais sazonal.

da população A não se cruzam com os da população B.

B) Esterilidade do híbrido, comportamental, mecânico,

Essas observações exemplificam um caso de isolamento

sazona

reprodutivo do tipo

C) Esterilidade do híbrido, mecânico, sazonal,

A) mecânico. comportamental.

B) estacional.

D) Mecânico, esterilidade do híbrido, sazonal,

C) ecológico. comportamental.

D) gamético. E) Sazonal, comportamental, mecânico, esterilidade do

E) etológico. híbrido.

Mecanismos de especiação

12. (VUNESP) As populações A, B, C e D vivem em quatro

regiões geográficas diferentes. Quando os indivíduos atuais, existentes nas ilhas Galápagos, supõe que eles

dessas populações foram colocados juntos, cruzaram-se, descendem de um único tipo de tentilhão ancestral, que

e os resultados obtidos foram os seguintes: emigrou do continente para as ilhas em épocas passadas.

O esquema a seguir representa a evolução desses pássaros.

Cruzamentos Descendentes

A x B Férteis A B

A x D Férteis

15. (UFMG) Uma das hipóteses sobre a origem dos tentilhões

B x C Estéreis

B x D Férteis

C x D Pica-Pau Tentilhões Estéreis

A) O que se pode concluir do fato de os cruzamentos Alimentam-se de insetos Alimentam-se de sementes

A x B, A x D e B x D terem produzido descendentes

férteis? Solo Árvores

B) Que fator inicial poderia ter dado origem às populações

A, B, C e D? Tentilhão do solo que se

alimenta de sementes

C) Que nome se dá às espécies diferentes que vivem Ancestral

numa mesma região geográfica?

D) **INDIQUE** um exemplo de animais vertebrados que, Com relação ao esquema,

quando cruzados entre si, produzem descendentes A) **CITE** o nome do processo que levou ao aparecimento

estéreis. de todas as espécies atuais, a partir de um ancestral

comum. BIOLOGIA

13. (Unicamp-SP) Em um arquipélago ocêanico, todas as ilhas B) **CITE** o processo que originou as variações notadas na

são habitadas por aves de um mesmo gênero. Cada ilha forma e tamanho dos bicos, em diferentes ambientes

possui uma única espécie desse gênero, e as diferenças e ajustados a diferentes tipos de alimentos.

morfológicas principais entre elas são o tamanho e o C) **CITE** dois

mecanismos que poderiam impedir as

formato do bico. espécies A e B de se tornarem uma única espécie.

A) Qual foi a primeira etapa desse processo de **CONCEITUE** um desses mecanismos.

especiação?

B) Que pressão seletiva deve ter determinado a presença

de aves com bicos diferentes em diferentes ilhas?

SEÇÃO ENEM

C) Qual seria o procedimento para confirmar que as

aves encontradas nas diferentes ilhas são de fato de

01. Uma ilha oceânica, rica em vegetação, foi invadida por espécies diferentes?

representantes de um vertebrado herbívoro, que se

14. adaptaram muito bem às condições encontradas e povoaram

(FUVEST-SP) Os fatos a seguir estão relacionados ao

toda a ilha. Esta, após certo tempo, foi dividida em duas por

processo de formação de duas espécies a partir de um

um fenômeno geológico. Os animais continuaram vivendo

ancestral.

bem e se reproduzindo em cada uma das novas ilhas;

I. Acúmulo de diferenças genéticas entre as populações.

mas, depois de muitos anos, verificou-se que os indivíduos

II. Estabelecimento de isolamento reprodutivo. das duas ilhas haviam perdido a capacidade de produzir

III. Aparecimento de barreira geográfica. descendentes férteis, quando intercruzados.

A) Qual é a sequência em que os fatos anteriores Esse texto exemplifica um caso de

acontecem na formação das duas espécies? A) adaptação convergente.

B) Que mecanismos são responsáveis pelas diferenças B) convergência adaptativa.

genéticas entre as populações? C) especiação alopátrica.

C) Qual é a importância do isolamento reprodutivo no D) especiação simpátrica.

processo de especiação? E) anagênese.

Frente D Módulo 14

02. (Enem–2009) No Período Permiano, cerca de 250 milhões

de anos atrás (250 m.a.a.), os continentes formavam

Propostos

uma única massa de terra conhecida como Pangeia.

O lento e contínuo movimento das placas tectônicas 01. B 05. A 09. E

resultou na separação das placas, de maneira que já no 02. D 06. A 10. C

início do Período Terciário (cerca de 60 m.a.a.), diversos 03. C 07. B 11. B

continentes se encontravam separados uns dos outros.

Uma das consequências dessa separação foi a formação 04. D 08. B

de diferentes regiões biogeográficas, chamadas biomas. 12. A) As populações A, B e D pertencem à mesma

Devido ao isolamento reprodutivo, as espécies em espécie.

cada bioma se diferenciaram por processos evolutivos

B) Isolamento geográfico

distintos, novas espécies surgiram, outras se extinguiram,

resultando na atual diversidade biológica do nosso C) Espécies simpátricas

planeta. A figura ilustra a deriva dos continentes e suas D) O cruzamento entre o jumento e a égua

posições durante um período de 250 milhões de anos. produz os híbridos burro e mula, que

normalmente são estéreis.

Europa 13. A) A primeira etapa do processo de especiação

LAURÁSIA América Ásia do Norte deve ter sido o isolamento geográfico, uma vez

Pantalassa Ocean PA que os grupos de aves ocupam diferentes ilhas. NGEI África Oceano América Ththys o A GONDWANA do Sul B) A seleção de tipos diferentes de bicos deve ter

Austrália ocorrido por diferenças no tipo de alimento

Antártida disponível em cada uma das ilhas.

C) Poderíamos dizer que essas aves pertencem

Período Permiano Período Cretáceo Início do Período seguramente a espécies distintas se machos

(250 m.a.a.) (100 m.a.a.) Terciário (60 m.a.a.) e fêmeas de grupos diferentes não se

cruzassem na natureza ou, se o fizessem, não

RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza.* Rio de Janeiro: originassem descendentes férteis.

Guanabara Koogan, 2003 (Adaptação).

14. A) III → I → II

De acordo com o texto, a atual diversidade biológica do

planeta é resultado B) Mutação, recombinação gênica e seleção natural.

A) da similaridade biológica dos biomas de diferentes C) O isolamento reprodutivo impede o fluxo

continentes. gênico (troca de genes) entre as populações,

B) do cruzamento entre espécies de continentes que fixando características genéticas distintas.

foram separados.

15. A) Irradiação adaptativa (especiação geográfica).

C) do isolamento reprodutivo das espécies resultantes

da separação dos continentes. B) Mutação seguida de seleção natural.

D) da interação entre indivíduos de uma mesma espécie C) Isolamento geográfico e isolamento

antes da separação dos continentes. reprodutivo. O

isolamento reprodutivo

E) da taxa de extinções ter sido maior que a de é a incompatibilidade reprodutiva entre

especiações nos últimos 250 milhões de anos. indivíduos de populações diferentes, ou

seja, é a incapacidade total ou parcial de

GABARITO indivíduos de duas populações distintas se

cruzarem, produzindo descendência fértil.

O isolamento geográfico é a separação

Fixação física de duas populações, impedindo que indivíduos dessas populações entrem em

01. C contato.

02. C Seção Enem 03. D

04. C 01. C

05. D 02. C

96 Coleção Estudo BIOLOGIA MÓDULO FRENTE Evolução dos vertebrados 15 D

O subfilo Vertebrata ou Craniata do filo Chordata Os placodermos surgiram há cerca de 440 milhões de anos

(cordados) engloba todos os animais com crânio, encéfalo (período Ordoviciano da Era Paleozoica) e apresentavam

e coluna vertebral. duas importantes aquisições evolutivas em relação a seus

ancestrais: mandíbula (gnatostomado) e nadadeiras pares.

Os primeiros vertebrados

A mandíbula móvel permitiu que se tornassem eficientes

predadores, enquanto as nadadeiras pares lhes deram maior

Baseando-se em evidências anatômicas, embriológicas, habilidade de movimentação no meio. Eram bem maiores do

bioquímicas e especialmente paleontológicas (fósseis), que os ostracodermos, sendo que alguns chegaram a medir

acredita-se que o surgimento dos vertebrados ocorreu de até 10 metros de comprimento. acordo com a seguinte sequência evolutiva:

Ostracodermos

Aves

Peixes Anfíbios Répteis

Mamíferos

Acredita-se que, a partir de cordados invertebrados,

tenham evoluído os primeiros vertebrados: os ostracodermos.

Placodermos Placodermos

Os ostracodermos surgiram há cerca de 500 milhões de

anos (período Ordoviciano da Era Paleozoica). Eram animais

pequenos (33 cm no máximo), agnatos (sem mandíbula),

de corpo achatado, recoberto por uma armadura de placas Três peixes ostracodermos, providos de armadura externa e

ósseas e não possuíam nadadeiras peitorais e pélvicas sem mandíbulas. S*eu tamanho era de 30 cm de comprimento.*

aos pares. Provavelmente, viviam no fundo dos mares, *Um peixe placodermo, dotado de poderosas mandíbulas.*

alimentando-se do lodo por filtração. *Seus representantes*

chegavam a medir 10 m de comprimento.

Acredita-se que, há cerca de 430 milhões de anos,

os placodermos tenham dado origem aos condrictes (peixes

cartilaginosos) e aos osteíctes (peixes ósseos).

Condrictes (peixes cartilaginosos)

Placoderm

Osteíctes (peixes ósseos)

Há cerca de 400 milhões de anos (período Devoniano

da Era Paleozoica), os osteíctes se diversificaram em dois

Ostracodermos *– Os ostracodermos também ficaram*
grandes grupos: actinopterígios e crossopterígios.
conhecidos por "peixes couraçados", porque tinham uma

armadura cobrindo a cabeça e partes do corpo. Os actinopterígios
tinham nadadeiras radiais (radiadas),

dotadas de raios cartilaginosos de reforço. Deram origem à

A maioria dos ostracodermos se extinguiu, mas uma de maioria dos peixes ósseos atuais.

suas linhagens evoluiu para os ciclóstomos atuais (lampreias Os crossopterígios apresentavam nadadeiras lobadas,

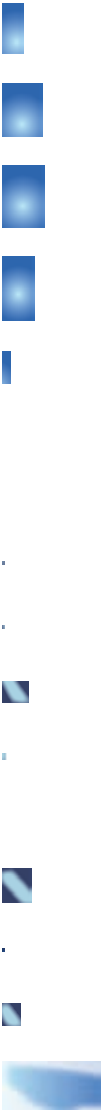
e feiticeiras) e outra deu origem aos placodermos. carnosas e dotadas de estrutura óssea de sustentação.

Provavelmente, essas nadadeiras podiam sustentar o peso do

Ostracodermos Ciclóstomos atuais corpo e assim permitir que esses peixes pudessem “caminhar”

Placodermos ou “rastejar” no solo do fundo dos rios e lagos, como também

fazer pequenas incursões nas margens à procura de alimento.



Frente D Módulo 15

Nadadeira lobada Nadadeira raiada Clavícula Escápula

Escápula Clavícula

H

H

U U

R

R

5

1 2 3 4

5

34

Comparação entre a estrutura óssea da nadadeira de um

peixe crossopterígio (à esquerda) e a pata de um anfíbio

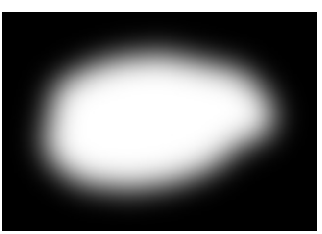
Lobada Radial ***da Era Paleozoica (à direita)*** *– Note a homologia entre os*

ossos: H – úmero, R – rádio, U – ulna. As patas dos anfíbios e

Nadadeiras radiais e nadadeiras lobadas dos demais vertebrados surgiram a partir das nadadeiras lobadas

Os crossopterígios, assim como fazem alguns peixes ósseos *dos crossopterígios.* (Segundo Gregory, redesenhado do livro de

atuais descendentes dos actinopterígios, também podiam fazer Storer e Usinger. *General Zoology*, McGraw-Hill, Inc.). respiração aérea (retirar o oxigênio do ar), utilizando-se da



bexiga natatória, importante órgão de equilíbrio hidrostático,

mas que, em certas espécies, também funciona como “pulmão”

rudimentar. Quando a água que os rodeia se torna estagnada Labirintodonte e imprópria para a respiração através das brânquias, esses

peixes elevam-se à superfície e engolem o ar.

Crosso

Nadadeira lobada

Comparação entre a estrutura óssea de um peixe

crossopterígio do Devoniano (embaixo) e de um anfíbio,

possivelmente seu descendente (em cima). (Redesenhado

Celacanto *– Os crossopterígios foram considerados extintos até* do livro de A. Lee McAlester. *História geológica da vida*. ed. Edgar

1939, quando então um exemplar vivo desse grupo de peixes, Blucher Ltda, 1969.).

Posteriormente, outros exemplares foram obtidos. Outra modificação importante foi o desenvolvimento dos *o celacanto, foi capturado por pescadores no sudoeste da África.*

pulmões. Na fase de larva, os anfíbios, assim como os seus

Anfíbios ancestrais (os peixes), vivem no meio aquoso respirando

através de brânquias. Com a metamorfose, as brânquias

Dos crossopterígios, provavelmente, partiu a linha desaparecem na maioria das espécies e surgem os pulmões,

evolutiva que deu origem aos labirintodontes, nome dado aos que, embora rudimentares, permitem a realização de uma

primeiros anfíbios, que surgiram por volta de 350 milhões de respiração aérea. Assim, a maioria dos anfíbios adultos

anos atrás (período Devoniano da Era Paleozoica). possui pulmões em substituição às brânquias.

Como os pulmões dos anfíbios são muito rudimentares,

com uma pequena superfície de trocas gasosas, a adaptação

ao ambiente terrestre também contou com modificações no

sistema circulatório que permitiram, também, a realização

da respiração pela pele (respiração cutânea). A respiração

Anfíbio labirintodonte *– Os anfíbios labirintodontes tinham* cutânea se tornou possível devido ao fato de a pele do animal

o corpo longo (aproximadamente 70 cm) e sua aparência era ser lisa,

desprovida de escamas, ser ricamente vascularizada

“semelhante à de um lagarto”. e estar constantemente umedecida e coberta por muco

produzido por glândulas mucosas.

A passagem evolutiva dos peixes para os anfíbios envolveu

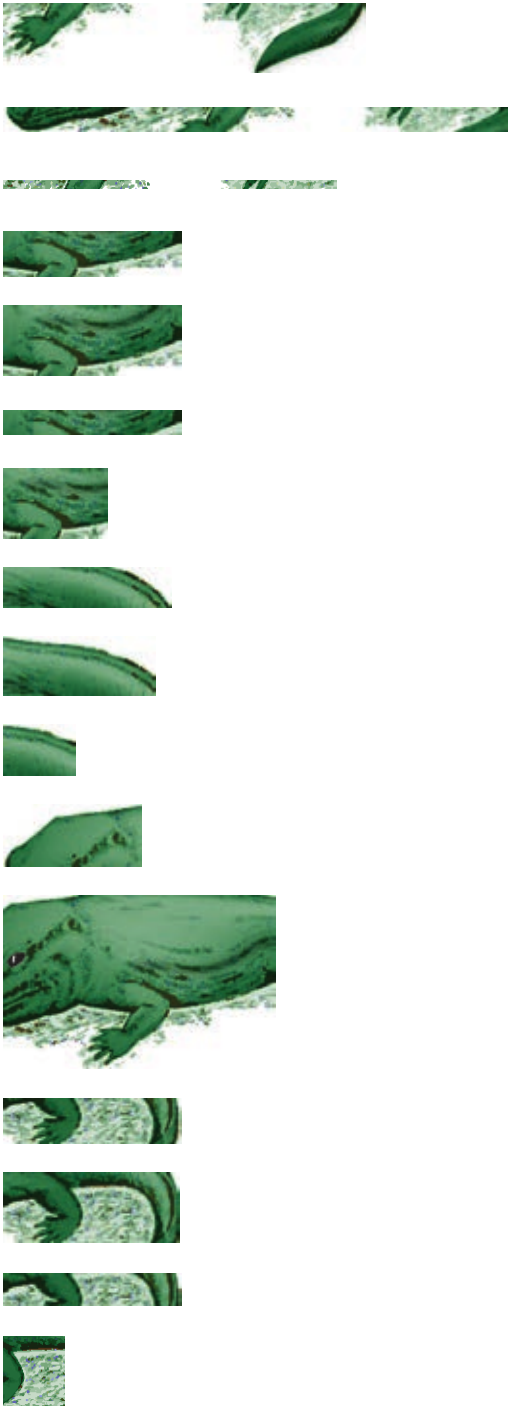
algumas modificações que permitiram adaptar a vida Embora sejam considerados os primeiros vertebrados

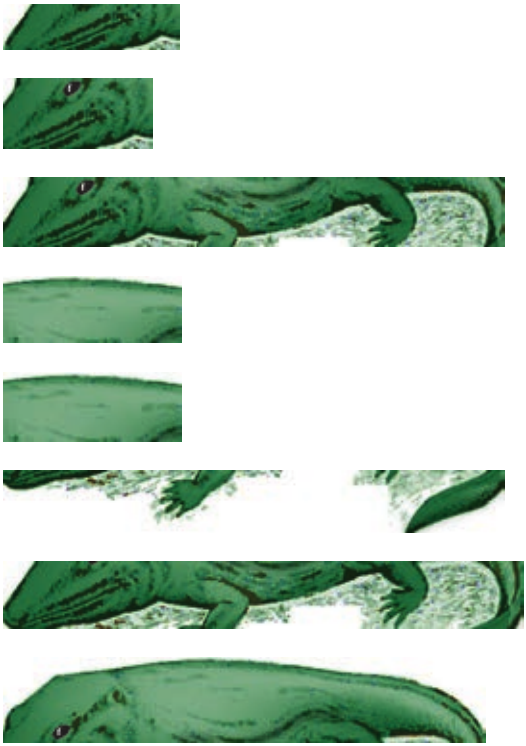
dos vertebrados ao ambiente terrestre. Uma delas foi o terrestres, os anfíbios não conseguiram a conquista definitiva

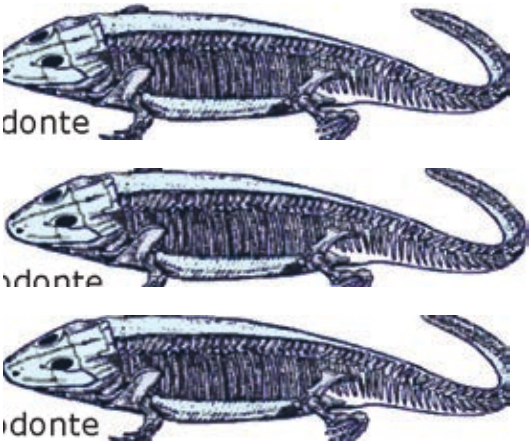
surgimento das patas em substituição às nadadeiras. As patas desse novo ambiente, uma vez que continuaram a depender

dos anfíbios provavelmente surgiram a partir de modificações do meio aquoso para a reprodução (fecundação externa) e

ocorridas nas nadadeiras lobadas dos crossopterígios. para o desenvolvimento embrionário.







Evolução dos vertebrados

Répteis *como principal excreta nitrogenada o ácido úrico. O fato de serem uricotélicos (e não amoniotélicos ou ureotélicos) também muito*

Dos primitivos anfíbios labirintodontes, partiram linhas *contribuiu para a oviparidade, ou seja, para o desenvolvimento*

evolutivas que deram origem aos anfíbios atuais e uma linha *do embrião dentro de um ovo terrestre com casca. O alantoide*

evolutiva que deu origem aos cotilossauros, os primeiros répteis. *também permite a troca de gases respiratórios (CO e O 22) entre*

o meio interno do ovo e o meio exterior, exercendo assim um

importante papel na respiração do embrião.

A fecundação interna e o ovo terrestre tornaram a

reprodução e o desenvolvimento embrionário independentes

do meio aquoso. A adaptação ao ambiente terrestre foi um

sucesso tão grande que os répteis dominaram, por muito

tempo, nosso planeta. O número de espécies diferentes era

Cotilossauros (primeiros répteis) *– Os cotilossauros foram* tão abundante na Era Mesozoica (220 a 70 milhões de anos)

os primeiros répteis e surgiram há cerca de 270 milhões de anos que ela ficou conhecida como a “Era dos Répteis”. *(final do período Carbonífero da Era Paleozoica).*

Pterossauros

Os répteis foram os vertebrados que conquistaram

Crocodilianos Quelônios

definitivamente o ambiente terrestre, uma vez que Ictiossauros Esquamata

Tecodontes

se libertaram da dependência do meio aquoso para a Cotilossauros reprodução e para o desenvolvimento embrionário. Isso Dinossauros Aves só foi possível devido a algumas novas características

Terapsidas Mamíferos

que neles surgiram e que se constituem em importantes

aquisições evolutivas em relação aos anfíbios. Uma ***Provável sequência evolutiva dos répteis a partir dos***

delas foi o maior desenvolvimento dos pulmões, o que ***cotilossauros*** *– Dos répteis mais primitivos, partiram diversas*

possibilitou uma eficiente troca de gases com a atmosfera. *linhas evolutivas que deram origem a diferentes espécies.*

Entretanto, a grande aquisição evolutiva dos répteis foi *Essas linhas evolutivas deram origem aos quelônios (tartarugas),*

aos ictiossauros (répteis aquáticos, hoje extintos),

o ovo terrestre, capaz de se desenvolver fora da água,

com uma casca relativamente impermeável que o protege *deram origem aos mamíferos, enquanto os tecodontes aos tecodontes e aos terapsidas. Os répteis terapsidas*

contra o ressecamento. Além disso, o ovo dos répteis é do *deram origem aos pterossauros (répteis voadores,* BIOLOGIA

tipo megalécito, ou seja, possui uma grande

quantidade *já extintos), aos crocodilianos, aos escamados (cobras, lagartos)*

de vitelo (gema) capaz de nutrir o embrião durante todo o *e aos dinossauros (extintos). Acredita-se que as aves sejam*

seu desenvolvimento. *descendentes de um grupo de dinossauros bípedes.*

Nos répteis, além do saco vitelínico muito desenvolvido, Um dos mais intrigantes fenômenos ocorridos com os

surgiram outros anexos embrionários que muito contribuíram répteis foi a extinção dos dinossauros e de outros grandes

para o desenvolvimento do embrião dentro do ovo terrestre. répteis, ocorrida há cerca de 65 milhões de anos (período

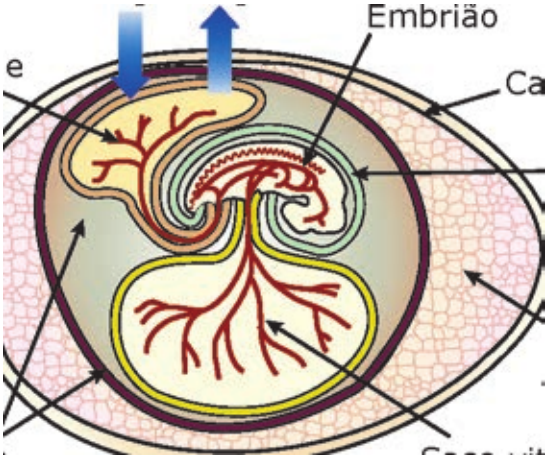
É no desenvolvimento dos répteis que aparecem, pela Cretáceo da Era Mesozoica). Esses animais se extinguiram

primeira vez nos vertebrados, o cório, o âmnio (bolsa em tempo relativamente curto, depois de dominar a Terra

amniótica) e o alantoide. por mais de uma centena de milhões de anos.

O CO_2 Várias hipóteses já foram propostas para explicar o

$_2$ Embrião desaparecimento dos dinossauros. Uma delas admite que



Alantoide a causa da extinção teria sido as bruscas mudanças nas Casca do ovo condições climáticas da Terra em consequência da queda de

Âmnio um grande meteoro. O impacto dessa queda teria levantado

muita poeira, que ficou em suspensão por muito tempo na

atmosfera, escurecendo e esfriando o planeta. Uma outra

hipótese considera que a extinção se deu porque esses répteis

Câmara eram volumosos, pesados, exigiam grandes

quantidades de de ar Albumina alimentos, reproduziam-se pouco e, especialmente, seus ovos

Cório Saco vitelino passaram a ser predados e destruídos por animais carnívoros

menores e mais ágeis. Existem suposições que admitem a

Ovo terrestre dos vertebrados *– O cório é uma membrana que*

extinção em consequência de algum tipo de epidemia que teria

envolve e protege o embrião e os demais anexos embrionários.

acometido esses répteis. Enfim, existem diferentes hipóteses,

O âmnio é uma bolsa cheia de líquido (líquido amniótico) que

mas nenhuma delas consegue explicar por completo a extinção

protege o embrião contra a dessecação e também confere uma

certa proteção contra choques mecânicos. O alantoide é uma dos dinossauros. Muitos autores, atualmente, preferem admitir

bolsa na qual são armazenadas as excretas nitrogenadas do que essa extinção ocorreu devido à associação das várias

embrião, e como os répteis são animais uricotélicos, eles têm causas apontadas nas diferentes hipóteses.

Mamíferos Aves

Os primeiros mamíferos sugiram há cerca de 200 milhões As primeiras aves surgiram há cerca de 150 milhões de

de anos (período Triássico da Era Mesozoica) a partir dos anos (período Jurássico da Era Mesozoica).

répteis terapsidas.

O fóssil mais antigo de um vertebrado já apresentando

algumas características de ave é o *Archaeopteryx*.

Terapsídeo *– Réptil semelhante a um mamífero, sendo o* **Archaeopteryx** *– Esse animal tinha dentes e o corpo era*

provável ancestral deste. Comprimento: 1,60 m. coberto por penas, cerca de 70 cm de comprimento, além de

dedos com garras nas asas e uma longa cauda. Acredita-se que

o Archaeopteryx *(hoje extinto) seja, na realidade, a transição*

Os mamíferos mais primitivos eram animais de pequeno

entre os répteis e as aves atuais.

porte (tamanho aproximado de um camundongo atual);

insetívoros (alimentavam-se de insetos) e possuíam

dentição diferenciada (heterodontes). Provavelmente, Algumas características dos répteis se conservaram

eram animais arborícolas (viviam sobre árvores) e tinham nas aves, como a presença de escamas epidérmicas que

hábitos noturnos, isto é, procuravam alimento apenas recobrem as patas, o ovo terrestre semelhante ao dos

à noite, período em que os répteis carnívoros estavam répteis e os anexos embrionários, que são os mesmos

dormindo ou inativos. encontrados no desenvolvimento embrionário dos répteis.

Por outro lado, na passagem evolutiva dos répteis para

Uma das aquisições evolutivas mais importantes dos aves, algumas aquisições importantes foram

feitas. Entre

mamíferos em relação aos répteis foi a homeotermia elas, destacamos a homeotermia e os cuidados com a prole

(capacidade de manter a temperatura corporal constante, (proteção e alimentação dos filhotes durante certo tempo de

independentemente das variações ambientais da suas vidas). Assim como aconteceu com os mamíferos, as

temperatura). A homeotermia permitiu que os mamíferos aves, por serem animais homeotérmicos, adaptaram-se a

se adaptassem e conquistassem ambientes com ambientes com diferentes condições de temperatura. diferentes condições de temperatura. A viviparidade

(desenvolvimento embrionário totalmente no meio O

esquema a seguir representa resumidamente a filogênese

interno), que é uma característica da maioria das (sequência evolutiva) dos vertebrados:

espécies de mamíferos, bem como o cuidado com a

prole, amamentando e protegendo os filhotes durante Recente Aves Mamíferos Terciário um certo período de tempo, também muito contribuíram Cretáceo

para aumentar a sobrevida dos indivíduos e as chances Jurássico es ósseos Triássico Placodermesix Répteis de sobrevivência das espécies. Permiano Pe es sem mandíbulas es cartilaginosos Pensilvaniano ix ix Mississipiano Os mamíferos não tiveram um sucesso evolutivo Pe Anfíbios Pe Devoniano imediato, permanecendo como uma categoria pouco Siluriano significante durante todo o período em que os répteis Ordoviciano se irradiaram. Somente depois da extinção dos grandes

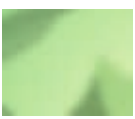
Linhas gerais da história evolutiva dos vertebrados

répteis, notadamente dos dinossauros, há cerca de ***(baseado no número de gêneros conhecidos)*** *– Para cada*

65 milhões de anos, os mamíferos sofreram uma grande *classe de vertebrados, a largura das faixas é proporcional à sua*

diversificação e expansão, passando a habitar todos os *variedade conhecida em cada um dos períodos geológicos no*

ambientes do planeta. *qual essa classe existiu.*



Evolução dos vertebrados

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

C) O primeiro grupo de vertebrados que conquistou definitivamente o ambiente terrestre está representado

pelo número 3.

01. (FUVEST-SP) De acordo com a paleontologia, a anatomia D) Os animais representados pelo número 4 constituem

comparada e a embriologia, qual dos esquemas a seguir o primeiro grupo a apresentar ovo fechado, fator

MELHOR representa a linha evolutiva dos vertebrados? significativo na sua evolução.

aves E) Os grupos que apresentam coração totalmente

A) Peixes Anfíbios Répteis

mamíferos dividido em quatro câmaras são os representados

Anfíbios Mamíferos pelos números 4 e 5.

B) Peixes

Répteis Aves

C) Peixes Anfíbios Répteis Aves Mamíferos a sua origem no meio aquático. Durante a evolução **04.** (Cesgranrio) Tanto as plantas como

os animais tiveram

D) Peixes Répteis Aves biológica, as plantas vasculares libertam-se inteiramente Anfíbios

Mamíferos da água através da formação da semente, enquanto,

entre os animais, os vertebrados o fizeram com o

E) Peixes Anfíbios Répteis Mamíferos Aves

desenvolvimento de

A) homeotermia.

02. (Cesgranrio) Na evolução dos vertebrados, a conquista B) membros pentadáctilos.

do meio terrestre só foi definitivamente realizada

C) ovo amniota.

A) quando os peixes, representados pelos crossopterígios,

D) visão binocular.

adquiriram uma bexiga aerífera, que podia funcionar

como um pulmão. E) placenta.

B) com o aparecimento dos anfíbios, que adquiriram

05. (UFMG) Entre os peixes e os primeiros anfíbios, foram

membros pentadáctilos e podiam se locomover em

necessários 40 milhões de anos de lenta e constante

terra firme.

evolução

C) a partir dos répteis, no Carbonífero, com o

aparecimento de um ovo amniota. Todas as alternativas contêm adaptações surgidas durante

essa evolução, **EXCETO**

D) no Mesozoico, com o aparecimento das aves que

adquiriram penas e homeotermia. A) manutenção da pele úmida.

E) com o aparecimento dos mamíferos placentários B) membros articulados.

e o desenvolvimento, nesses animais, de cérebros C) respiração pulmonar. mais completos.

D) termorregulação.

03. (UFMG) A figura a seguir representa a evolução dos cinco

grandes grupos de vertebrados atuais. EXERCÍCIOS PROPOSTOS

0 2 1 4 5

100 **01.** 3

(FUVEST-SP) Qual das estruturas a seguir é a **MELHOR**

200 explicação para a expansão e o domínio dos répteis

durante a Era Mesozoica, incluindo o aparecimento dos

300 dinossauros e sua ampla distribuição em diversos nichos

Milhões de anos 400 do ambiente terrestre?

500 A) Prolongado cuidado com a prole, garantindo proteção

contra os predadores naturais.

Considerando essa figura, todas as afirmativas estão

B) Aparecimento de ovo com casca, capaz de evitar o

corretas, **EXCETO**

dessecamento.

A) Os animais pecilotérmicos, geralmente de fecundação

C) Vantagem sobre os anfíbios na competição pelo

externa, respiração branquial e hábitat aquático, são

alimento.

representados pelo número 1.

B) O grupo representado pelo número 2 conseguiu D) Extinção dos predadores naturais e consequente

explosão populacional.

sobreviver em períodos de grandes mudanças,

devido a aquisições tais como membros locomotores E) Abundância de alimento nos ambientes aquáticos

e respiração aérea. abandonados pelos anfíbios.

Frente D Módulo 15

02. (UFPA) O ovo terrestre foi uma “grande invenção” dos **06.** (UFMA) Entre os grupos a seguir relacionados, assinale

vertebrados, que assim puderam conquistar o ambiente os que surgiram a partir dos répteis na escala evolutiva.

terrestre. Essa conquista ocorreu pela primeira vez com

A)

Peixes e anfíbios

A) aves. B) Anfíbios e aves

B) répteis. C) Cordados inferiores e artrópodes

C) anfíbios. D) Aves e mamíferos

D) peixes. E) Aves e peixes

E) mamíferos. **07.** (Cesgranrio) Assinale a era geológica em que houve

uma grande diversificação dos répteis e a consequente

03. (PUC RS) No chamado período Devoniano, os peixes formação de um número enorme de tipos, inclusive os

ósseos já se apresentavam nitidamente divididos em dois grupos atualmente existentes.

grupos: o primeiro formado por aqueles que apresentavam

A) Mesozoica D) Paleozoica

nadadeiras radiadas e dos quais se originaram quase todos

B) Proterozoica E) Cenozoica

os peixes ósseos da atualidade; o segundo formado por

C) Arqueozo

aqueles que apresentavam nadadeiras lobadas e dos quais

se originaram mais tarde os anfíbios. **08.** (Cesgranrio) Um dos grandes eventos na evolução dos

Esse comportamento evolutivo dos peixes ósseos serve

vertebrados foi o aparecimento, no Paleozoico, das formas

de exemplo para um caso de

com mandíbula. A forma mais primitiva com mandíbula

A) seleção homogênea. foi a dos

B) controle biológico. A) ostracodermos.

C) evolução unidirecional. B) coelacantídeos.

C) anfíbios labirintodontes.

D) seleção unidirecional.

D) placoder

E) evolução divergente.

E) crossopte

04. (FCMMG) Há cerca de 400 milhões de anos, um grupo

de peixes, dotados de “pulmões” rudimentares, iniciou

09. (UFMA) Os dinossauros são considerados os mais

impressionantes seres que viveram no nosso planeta,

a exploração do ambiente terrestre e propiciou o

tendo sido extintos no Mesozoico. A partir desse episódio,

aparecimento dos

ocorreu

A) répteis.

A) o surgimento dos anfíbios.

B) anfíbios. B) a extinção das aves modernas.

C) cordados. C) a ascensão dos mamíferos.

D) vertebrados. D) o desaparecimento dos mamíferos.

E) o aparecimento dos anfíbios gigantes.

05. (UFMG) Durante a evolução dos vertebrados, surgiram

nos diferentes grupos aquisições que permitiram sua

10. (VUNESP) Existe um dito popular que pergunta: “Quem

sobrevivência. Algumas dessas aquisições evolutivas nasceu primeiro, o ovo ou a galinha?” Sendo a galinha

são: mandíbulas articuladas, ovo com casca, respiração uma ave, do ponto de vista biológico e evolutivo,

pulmonar e presença de âmnio. a alternativa **CORRETA** para responder essa questão é:

Os primeiros vertebrados que apresentaram esse conjunto A) O ovo, pois todas as aves são ovíparas.

de aquisições evolutivas pertencem ao grupo dos

B) O ovo, pois as aves descendem dos répteis, que

A) peixes. também põem ovos.

B) anfíbios. C) A galinha, pois o ovo surgiu nas aves posteriormente.

C) répteis. D) O ovo, que deu origem às aves e depois aos répteis.

D) aves. E) A galinha, pois os répteis que originaram as aves não

E) mamíferos. punham ovos.

11. (Mackenzie-SP–2010) Durante a evolução, a colonização São **CORRETOS** os comentários

do ambiente terrestre exigiu várias adaptações. Entre A) I, II, III e IV. D) I, II e IV, somente.

elas, B) II, III e IV, somente. E) I, II e III, somente.

A) a presença de tubo digestório completo. C) I, III e IV, somente.

B) a maior produção de gametas.

C) a presença de pigmentos respiratórios no sangue.

14. (UFMG) Algumas aquisições adaptativas permitiram ao

D) a eliminação de ureia ou ácido úrico como excreta grupo dos anfíbios a conquista do ambiente terrestre.

nitrogenada. Outras características permaneceram semelhantes às

E) a presença de anexos epidérmicos como penas e pelos. do grupo do qual se originaram. Nos representantes

atuais dos anfíbios, há características que evidenciam

12. (UFMG) Vocês querem saber o que foi que os mamíferos essa transição.

inventaram, que é ainda melhor do que o ovo que se enterra

no chão ou se bota no ninho? Pois os mamíferos [...] **DESCREVA** as modificações que ocorreram ou não nos

anfíbios primitivos, em relação a seu grupo ancestral,

RIBEIRO, J. U. *O sorriso do lagarto.*

quanto aos seguintes aspectos: estruturas locomotoras,

A frase, interrompida nessa passagem, poderia ser pele e anexos, respiração e reprodução.

completada, apropriadamente, com uma característica

que diferenciasse os mamíferos dos outros vertebrados.

A alternativa que apresenta essa característica é: SEÇÃO ENEM

A) Controle da reprodução através de hormônios.

B) Controle da temperatura corporal.

C) Estruturas adaptadas para fecundação interna.

01. A figura a seguir representa a sequência evolutiva

D) Placenta como órgão de interface materno-fetal. dos grandes grupos de vertebrados atuais dotados de

E) Presença de glândulas de secreção. mandíbulas, enumerados de I a V. A largura das áreas

sombreadas indica o número relativo de espécies de cada

BIOLOGIA

13. (PUC-Campinas-SP) Considere o texto a seguir: grupo durante as diferentes eras e períodos geológicos.

Talvez a maior de todas as inovações surgidas durante

a história evolutiva dos vertebrados tenha sido o Milhões de

desenvolvimento da mandíbula que, manipulada por anos atrás I II III IV V *músculos e associada a dentes, permitiu aos peixes* 0

primitivos arrancar com eficiência grandes pedaços de 100

algas e de animais, tornando disponível para si uma

200

nova fonte de alimento. Os cordados sem mandíbula

300

estavam restritos à filtração, à sucção do alimento ou à

captura de pequenos animais. Os primeiros vertebrados 400

mandibulados tornaram-se predadores, permitindo-lhes 500

grande aumento no tamanho.

LOPES, Sônia. *BIO*. v. 2. São Paulo: Saraiva, 1997, p. 361-2. Com base na figura e em outros conhecimentos sobre o

assunto, é correto dizer que

Analisando o texto e aplicando seus conhecimentos sobre

A) o grupo IV corresponde à classe dos mamíferos, uma

os animais relacionados com o fato descrito, um estudante

vez que esses animais surgiram antes das aves, grupo

apresentou os seguintes comentários:

indicado pelo algarismo V.

I. Lampreias são ectoparasitas de peixes e baleias,

e feiticeiras alimentam-se de vermes marinhos ou de B) a respiração branquial é uma característica exclusiva

peixes moribundos. dos representantes do grupo I.

II. Os agnatos têm desvantagens em relação aos C) os tetrápodes estão representados pelos grupos II,

gnatostomados quanto à obtenção de alimento. III, IV e V.

III. Atualmente, o número de espécies de agnatos é muito D) atualmente existem mais espécies de anfíbios do que

menor do que o dos peixes gnatostomados, fato de peixes.

provavelmente ocasionado pela ausência de mandíbula. E) a independência do meio aquático para a reprodução e

IV. As mandíbulas não se limitam à captura de alimento, a conquista definitiva do ambiente terrestre surgiram

podendo também manipular objetos e cavar buracos. com os representantes do grupo IV.

Frente D Módulo 15

02. (Enem–2007) As mudanças evolutivas dos organismos

06. D

resultam de alguns processos comuns à maioria dos

seres vivos. É um processo evolutivo comum a plantas e

07. A

animais vertebrados:

A) Movimento de indivíduos ou de material genético 08. D

entre populações, o que reduz a diversidade de genes

e cromossomos. 09. C

B) Sobrevivência de indivíduos portadores de determinadas

10. B

características genéticas em ambientes específicos.

C) Aparecimento, por geração espontânea, de novos 11. D

indivíduos adaptados ao ambiente.

12. D

D) Aquisição de características genéticas transmitidas aos

descendentes em resposta a mudanças ambientais.

13. A

E) Recombinação de genes presentes em cromossomos

do mesmo tipo durante a fase da esporulação. 14. (a) Estruturas locomotoras: surgimento de patas

em substituição às nadadeiras, permitindo,

GABARITO

assim, uma melhor adaptação à locomoção

no ambiente de terra firme; (b) Pele: a pele

Fixação

tornou-se lisa, sem escamas, fina e muito

vascularizada, permitindo a realização da

respiração cutânea; (c) Respiração: houve o

01. A

desenvolvimento dos pulmões e a formação

02. C de uma pele adaptada à respiração cutânea,

permitindo ao animal realizar trocas de gases

03. D

com a atmosfera; (d) Reprodução: praticamente

04. C não houve modificações, uma vez que a maioria

dos anfíbios faz fecundação externa e tem o

05. D

desenvolvimento embrionário realizado também

no meio aquoso, como acontece com muitos

Propostos peixes. Assim, a reprodução e o desenvolvimento

embrionário dos anfíbios continuaram dependentes

01. B do meio aquoso.

02. B

03. E Seção Enem

04. B 01. C

05. C 02. B

Com base principalmente na paleontologia (estudo de • **Olhos na posição frontal, com aperfeiçoamento**

fósseis), na comparação bioquímica entre diferentes espécies **da visão estereoscópica (de profundidade)**,

de seres vivos, na anatomia e embriologia comparadas, permitindo ao cérebro calcular a que distância

acredita-se que o homem, assim como todas as demais está o objeto. Essa visão em três dimensões foi de

espécies de seres vivos, tenha surgido através do processo fundamental importância para a vida arborícola,

evolutivo. Embora muitos aspectos evolutivos do homem na qual um salto malcalculado poderia ser fatal.

sejam bem conhecidos pela ciência atual, alguns são ainda Além disso, a maioria das espécies tem na retina

desconhecidos. Algumas interrogações permanecem quando células denominadas cones, que possibilitam a

traçamos a linha evolutiva que culminou com o aparecimento visão das cores. A eficiência da visão dos primatas é

dos primeiros seres humanos.

muito maior quando comparada com a dos demais

Para melhor compreendermos a evolução do homem, mamíferos.

vamos recordar quais são as categorias taxonômicas básicas

• **Presença de vários tipos de dentes**, úteis ao

da nossa espécie.

consumo de diversos tipos de alimentos.

Reino Animallia ou Metazoa (Metazoários) • **Vida familiar** – Entre os mamíferos, os primatas são

os que mais se dedicam aos cuidados com a prole.

Filo Chordata (Cordados) A maioria dos primatas tem um único filhote e cuida

dele durante longo tempo.

Classe Mammalia (Mamíferos)

Atualmente, a ordem dos primatas está subdividida em três

Ordem Primates (Primatas)

subordens: a dos prossímios (palavra que significa "precursor

Família Hominidae (Hominídeos) de macaco"), a dos tarsiformes e a dos antropoides (*antro*,

homem, e *oide*, parecido, semelhante).

Gênero *Homo*

Os prossímios, também chamados de primatas inferiores,

Espécie *Homo sapiens* são muito bem-adaptados à vida arborícola e foram os

primeiros primatas. Surgiram há cerca de 60 milhões de

Os primeiros mamíferos surgiram há cerca de 200 milhões anos. A maioria das espécies se extinguiu e, atualmente,

de anos. Deles, por irradiação adaptativa, partiram diversas está representada pelos lêmures. Os tarsiformes estão

linhas evolutivas que deram origem a vários grupos de representados pelos társios. mamíferos, adaptados a diferentes condições ambientais.

Há cerca de 60 milhões de anos (período Paleoceno da Era Lêmure Társio Cenozoica), uma dessas linhas evolutivas deu origem aos

primeiros mamíferos primatas.

Graças a algumas características importantes, os primatas

puderam explorar melhor o ambiente à procura de alimento

e escapar com eficiência do ataque dos predadores. Entre

essas características, destacamos:

- **Cintura escapular**, que permite ampla rotação e

  liberdade dos movimentos dos ombros e do braços,

wikipedia.org

tornando os membros superiores extremamente ágeis.

Lêmures e társios *– Os lêmures e os társios são animais de*

- **Mão com dedo polegar oponível (capaz de se opor** *hábitos noturnos e são muito semelhantes aos primatas mais*

aos demais dedos num ângulo de 90º), permitindo *primitivos. Os lêmures vivem na ilha de Madagascar, e os társios,*

  agarrar objetos com mais facilidade, força e precisão. *nas Índias Orientais e nas Filipinas.*

Frente D Módulo 16

Os antropoides, também chamados de primatas superiores, OS HOMINÍDEOS

surgiram há cerca de 40 milhões de anos a partir de

um

grupo de prossímios. Possuem encéfalo maior, visão e córtex Os representantes do gênero *Australopithecus* (“macacos

cerebral mais desenvolvidos do que os dos prossímios. do sul”), hoje extinto, estão entre os primeiros hominídeos

Englobam os chamados macacos do Novo Mundo, os macacos conhecidos. Surgiram na África há cerca de 4,5 milhões de

do Velho Mundo e os hominoides. anos. Mediam cerca de 1,20 m de altura, tinham maxilares

proeminentes (face prognata) e postura bípede. A anatomia

Os macacos do Novo Mundo vivem nas florestas de seus braços era similar à dos chimpanzés e gorilas,

tropicais da América Central e da América do Sul. Possuem o que favorece a ideia de que ainda eram capazes de escalar

membros anteriores e posteriores alongados, o que facilita árvores de forma eficiente, apesar de serem bípedes.

os movimentos nas árvores. Muitas espécies têm cauda A capacidade craniana era em torno de 380 a 450 cm^3 (cerca preênsil (adaptada a agarrar, segurar). Saguis, micos, de três vezes menor do que a do homem atual). Não fabricavam

macaco-aranha e monocarvoeiros estão entre os

instrumentos e viviam no campo aberto (savanas africanas).

representantes mais conhecidos.

O registro fóssil mostra que existiram diferentes espécies

Os macacos do Velho Mundo vivem em regiões tropicais no gênero *Australopithecus*: *A. ramidus*, *A. afarensis*,

da Ásia e da África. Algumas espécies são arborícolas e *A. africanus*, *A. robustus*, *A. boisei*. outras caminham no solo. Não têm cauda preênsil, sendo

que alguns nem mesmo possuem cauda. Macaco *Rhesus*, O esqueleto fóssil mais completo de um australopiteco ou

mandril e babuínos são alguns representantes desse grupo. australopitecíneo, de aproximadamente 3,5 milhões de anos,

foi descoberto na Etiópia em 1974. Trata-se do esqueleto de

Evolução dos primatas uma jovem fêmea, pertencente à espécie *Australopithecus*

60 *afarensis*, que ficou conhecida como “Lucy”, porque no 50 40 30 20 10 0 Milhões de anos

momento da descoberta o pesquisador estava ouvindo a

o

música dos Beatles, “Lucy in the sky with diamonds”.

Dos australopitecos partiu a linha evolutiva que deu origem

aos representantes mais primitivos do gênero *Homo,* que,

Macacos do Novo Mund inclusive, foram contemporâneos de algumas espécies de

australopitecos. Conviveram juntos talvez por meio milhão

de
anos.

o

Duas grandes mudanças acompanharam a evolução do

Homo a partir dos australopitecos: o aumento no tamanho

P lho Mund do corpo e o aumento do volume craniano.

r Macacos do Ve

o

s

s í s

m

i

o

s Gibão

p Antropoide A B

r

m Orangotango i i

t

i

v

o

s Gorila Hominoides

Chimpanzé C D

Volume do crânio de diferentes hominídeos *– Perceba um aumento relativo do crânio em relação à diminuição do tamanho da face e do maxilar inferior.* ***A.*** **Australopithecus africanus –** Homem *Possuíam uma capacidade craniana de 380 a 450 cm3, muito*

A Superfamília Hominoidea (hominoides) engloba três *similar à de chimpanzés e gorilas atuais;* ***B.*** **Homo erectus –**

famílias: Hylobatidae (gibão), Pongidae (gorila, orangotango, *Tinham maxilares menos proeminentes do que o* H. habilis. *Suas*

chimpanzé) e Hominidae (representada atualmente por uma *pregas supraorbiculares ou arcos supraciliares (protuberância*

única espécie: o *Homo sapiens*). *óssea em torno das órbitas oculares) eram muito grandes*

e sua capacidade craniana tinha cerca de 850 a 1 000 cm3; que a do homem moderno. Usavam ferramentas e armas

***C.* Homo neanderthalensis – Tinham pregas supraorbiculares** elaboradas, indicando que deveriam ser bons caçadores.

proeminentes e maxilares salientes. Sua capacidade craniana Provavelmente, já possuíam algum tipo de comunicação

era em torno de 1450 cm3; ***D. Homem de Cro-Magnon*** verbal, uma vez que a sua laringe era semelhante à do homem

(Homo sapiens) – Crânio arredondado, testa ampla com atual. Já possuíam um certo grau de cultura. Enterravam

volume craniano, aproximadamente, de 1 350 cm3.

seus mortos com flores, roupas e utensílios supostamente

Os primeiros integrantes da linhagem *Homo* surgiram na pertencentes ao morto. São também conhecidos como "homens

África há cerca de 2 milhões de anos, e a espécie recebeu o das cavernas". A espécie enfrentou períodos de mudanças nas

nome de *Homo habilis* devido a sua habilidade de fabricar condições climáticas do planeta (período de glaciação). ferramentas rudimentares (de pedra lascada, quebrada de

OBSERVA

modo a ficar com uma borda afiada). Tais ferramentas

foram

encontradas junto aos seus fósseis. Provavelmente, essas Durante muito tempo, o *H. neanderthalensis* foi considerado

ferramentas eram usadas para raspar e cortar alimentos. uma subespécie da espécie *Homo sapiens*, sendo denominado

Tudo indica que, ao contrário dos australopitecos de hábitos cientificamente como *Homo sapiens neanderthalensis*.

vegetarianos, os *H. habilis* também incluíram a carne em Entretanto, estudos mais recentes, baseados em análise

sua alimentação. Possuíam um volume craniano maior do de DNA mitocondrial, recuperado a partir do osso de um

que o dos australopitecos. neandertal, mostram significativas diferenças em relação

ao DNA de seres humanos modernos e sugerem que os

Há cerca de 1,8 milhão de anos, surgiu o *Homo*

neandertalenses constituíram uma espécie separada do

erectus, provavelmente descendente do *H. habilis*.

H. sapiens. Assim, há uma tendência entre os

Tudo indica que foi o primeiro *Homo* a migrar e a ocupar

autores mais modernos de considerar o Homem de

diferentes continentes, uma vez que seus fósseis foram

Neandertal e o homem moderno como sendo de espécies

encontrados na África Oriental, na China (Homem de

distintas. Nesse caso, então, os humanos modernos não

Pequim) e em Java (Homem de Java). Eram mais

seriam mais *Homo sapiens sapiens* (uma subespécie),

altos do que o *H. habilis*. Fabricavam ferramentas mais

bem-elaboradas, dotadas de cabos (machados de mãos) e mas sim *Homo sapiens*, uma espécie separada. Alguns

de animais, moravam em cavernas e já tinham o domínio a análise de um pequeno pedaço de um DNA de neandertal não com grande variedade de formatos. Vestiam-se com peles cientistas, entretanto, ainda têm dúvidas. Para eles, BIOLOGIA

do fogo (construíam fogueiras). pode ser uma prova definitiva de que ele pertencesse a outra

espécie e, dessa forma, continuam considerando a existência

Alguns autores acreditam que, à medida que se expandia de duas subespécies: *Homo sapiens neanderthalensis*

e aumentava em número, o *H. erectus* deve ter

exterminado e *Homo sapiens sapiens* (homem moderno). o *H. habilis*.

Por volta de 500 mil anos atrás, descendente do *H. erectus*,

surge na Europa uma nova espécie: o *Homo heidelbergensis*.

Os poucos achados fósseis dessa espécie sugerem que foi

uma espécie grande e robusta.

Aproximadamente há 300 mil anos, representantes do

gênero *Homo*, com crânios mais arredondados, provavelmente

descendentes do *H. erectus*, surgem na África e na Ásia.

Foram batizados de *Homo sapiens* arcaicos. Distinguem-se do

H. erectus pelo seu crânio mais alto, arredondado e com um

volume maior (1 100 a 1 400 cm^3). Acredita-se que tenham sido tão robustos e musculosos quanto o *H. erectus*.

Há cerca de 150 mil anos surge o *Homo neanderthalensis*

(Homem de Neandertal). Receberam essa denominação

porque os primeiros fósseis desse grupo foram encontrados

na região de Neander, na Alemanha. Acredita-se A B que o *H. neanderthalensis* tenha evoluído a partir do

H. heidelbergensis. Os neandertalenses viveram até cerca

de 30 mil anos atrás. Sua maior concentração se deu na ***Reconstrução dos esqueletos de um Homem de Neandertal***

Europa, apesar de fósseis também terem sido encontrados ***(A) e de um homem moderno (B)*** (redesenhado do livro

em áreas da Ásia. Seus fósseis mostram que eram baixos de W. Le Gros Clark, *History of the Primates*, Trustees of the

e robustos com capacidade craniana um pouco maior British Museum).

Na história evolutiva do homem, o *Homo sapiens*

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

moderno, espécie à qual pertencem os homens atuais,

entrou em cena há, aproximadamente, 100 mil anos.

Acredita-se que tenham evoluído do *Homo sapiens*

arcaico.

Seus fósseis mais antigos foram encontrados na localidade **01.** (UFG) Julgue os itens a seguir como **VERDADEIROS (V)**

de Cro-Magnon, na França, vindo daí o fato de os primeiros ou **FALSOS (F)**. representantes desse grupo serem conhecidos por homens

O processo evolutivo da espécie humana não é

de Cro-Magnon. Aparecem primeiro na África do Sul e no

Oriente Médio. Fabricavam ferramentas mais sofisticadas. totalmente conhecido pela ciência, porém sabe-se

Além de pedras, utilizavam também ossos e marfim para que o *Homo sapiens*

confeccionar pontas de lanças, arpões e anzóis para a pesca. ( ) viveu numa atmosfera primitiva rica em metano,

São também responsáveis por uma série de trabalhos submetida a altas temperaturas e com muitas

artísticos, como esculturas em marfim e pinturas nas paredes descargas elétricas. das cavernas, retratando animais, a caça e figuras humanas.

Muitas dessas pinturas foram feitas com pigmentos minerais ( ) tem sua origem explicada pela teoria da geração

misturados à gordura animal. Já foram encontradas pinturas espontânea ou abiogênese. que datam de 28 000 a 10 000 anos atrás.

( ) é um eucarionte, heterótrofo, com digestão

Durante certo tempo, o *Homo sapiens* moderno conviveu extracelular e circulação dupla, completa e fechada.

com o *Homo neanderthalensis*. Entretanto, há cerca

( ) possui capacidade diferente de se adaptar às

de 30 000 anos, os neandertalenses desapareceram.

condições impostas pelo ambiente.

Tal desaparecimento ainda é cercado de mistérios.

Alguns acreditam que se extinguiram devido a guerras

e competições com grupos de *H. sapiens*. Para outros

02. (UFPE) Em relação à evolução do homem, indique as

especialistas, a extinção dos neandertalenses foi um

proposições **CORRETAS**. fenômeno complexo, assim, não pode ser atribuída a uma

única causa do tipo "humanos modernos os mataram".

A) O gênero *Homo* tem como ancestrais os australopitecos.

Outros fatores, como mudanças climáticas, podem ter

contribuído para sua extinção. B) Os primeiros homens anatomicamente idênticos ao

homem atual, provavelmente, surgiram há mais de

Há cerca de 50 000 anos, o homem moderno já havia

500 000 anos.

colonizado a Europa, a Ásia, a África e até a Austrália.

Por volta de 15 000 a 40 000 anos atrás, grupos de

humanos C) Todos os fósseis atribuídos a ancestrais do homem

vindos da Ásia atravessaram o Estreito de Bering e chegaram são de gêneros diferentes. ao continente americano.

D) O desenvolvimento da capacidade de comunicação

Habitando diferentes regiões do planeta e sendo submetidas propiciou a evolução cultural.

a diferentes pressões de seleção, as populações humanas

se diversificaram geneticamente e morfologicamente, E) O *Homo sapiens* se relaciona estreitamente com

dando origem às diferentes "raças geográficas" (branca, chimpanzés e gorilas. negra, amarela).

Há cerca de 10 000 anos, o homem deixou de ser **03.** (FESPSP-SP) A sequência hierárquica das categorias

apenas caçador. Desenvolveu a agricultura e passou a taxonômicas do homem é domesticar animais. O aumento da densidade populacional

fez surgir as primeiras aldeias, as primeiras cidades e, A) Primata, Mammalia, Hominidae, Chordata, *Homo*

consequentemente, as primeiras civilizações, com *sapiens*, *Homo*. o desenvolvimento de diversas culturas. A partir daí,

B) *Homo sapiens*, *Homo*, Hominidae, Chordata,

o homem começou a modificar o meio em que vive e a

Mammalia, Primata.

influenciar o futuro da sua e de outras espécies.

C) Chordata, Mammalia, Primata, Hominidae, *Homo*,

A evolução não para. O homem continua evoluindo.

Tem passado por mudanças culturais importantes, *Homo sapiens*.

adquirido novos conhecimentos científicos e desenvolvido D) *Homo sapiens*, Hominidae, *Homo*, Mammalia,

novas tecnologias. Entretanto, esses avanços científicos

Chordata, Primata.

e tecnológicos podem ser usados para o seu próprio bem

ou para sua destruição. Caberá a ele decidir a respeito do E) Chordata, Primata, Mammalia, Hominidae, *Homo*,

seu futuro. *Homo sapiens.*

04. (UFES) Ao longo do processo evolutivo do homem, várias

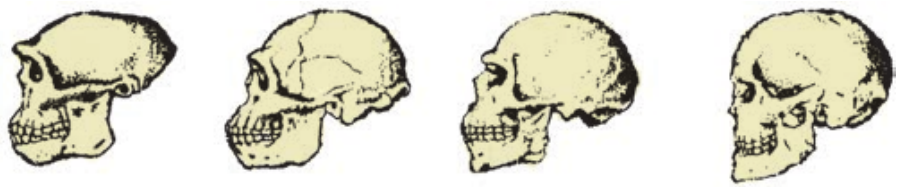
EXERCÍCIOS PROPOSTOS

mudanças adaptativas ocorreram. As afirmativas a seguir

se referem a algumas delas. Assinale a **INCORRETA**.

A) A adoção da postura ereta e o aperfeiçoamento das **01.** (UFMG) A figura representa uma sequência de crânios

mãos possibilitaram o uso regular de instrumentos que evidencia a evolução do homem. para obtenção de alimentos.



B) As modificações nos dentes, na arcada dentária e nos

hábitos alimentares contribuíram para o aumento da

capacidade de adaptação.

C) A postura bípede foi decorrente de um aumento do

cérebro e da inteligência, acompanhado de alterações

Todas as alternativas apresentam características que

no esqueleto.

foram utilizadas para estabelecer essa sequência,

D) As alterações no ritmo do desenvolvimento dos **EXCETO**

humanos resultaram na necessidade de um período

mais prolongado de cuidados maternais. A) arco supraciliar.

E) O aumento da capacidade craniana e o desenvolvimento B) posição da órbita ocular.

dos centros da inteligência propiciaram um aumento C) projeção das mandíbulas. na capacidade de comunicação e de comportamento

D) tamanho do cérebro.

comunitário organizado.

05. (UEPG-PR–2010) No estudo da evolução humana, tem-se determinadas pedras para o seu uso **02.** (Fatec-SP) O fato de os *Australopithecus* selecionarem

em mãos, atualmente, apenas um conjunto de hipóteses.

O enredo da história da espécie humana vem sendo A) permite considerá-los hominídeos.

reformulado constantemente, de acordo com as B) é indício de certo grau de raciocínio.

novas descobertas. Hipóteses vêm sendo reavaliadas C) é consequência direta da postura ereta.

e reconstruídas, de forma que fiquem cada vez mais

D) é evidência de que viviam, provavelmente, isolados.

polêmico assunto, assinale as afirmativas que vêm sendo E) é evidência suficiente para colocá-los à parte dos coerentes com as informações existentes. Sobre o BIOLOGIA

antropoides.

consideradas **VERDADEIRAS.**

01. Acredita-se que os primeiros mamíferos tenham

03. (Fafeod-MG) *Os parentes distantes do homem,*

surgido há mais de 200 milhões de anos. Há mais ou *os "X", já andavam sobre dois pés é possuíam*

menos 60 milhões de anos apareceram os ancestrais *mandíbula semelhante à nossa. Porém, apresentavam um*

dos primatas, os prossímios, provavelmente bem *cérebro com apenas 450 cm3 e sua face era projetada* adaptados à vida nas árvores. Os prossímios atuais, *(prognata), tipicamente característica de pongídeo,*

também chamados lêmures, são abundantes na ilha *razão por que foram chamados de intermediários.*

de Madagascar e podem nos dar a ideia de como *Não fabricavam instrumentos nem conheciam o fogo.* teriam sido os primeiros primatas.

ESTADO DE MINAS, 22 out. 1989.

02. É considerada atualmente falsa a afirmação popular Prof. Paulo Márcio Novaes – ICB/UFMG.

de que "o homem provém do macaco". Pode-se dizer

que o homem e os macacos atuais tiveram, um dia, No texto anterior, o indivíduo "X" é o ancestrais comuns. A) *Homo* sp. D) *Homo erectus*.

04. Os pongídeos são os macacos mais parecidos com os B) pliopiteco. E) *Australopithecus*.

seres humanos. Compreendem os gibões das florestas

C) chimpanzé.

asiáticas, os orangotangos encontrados na Indonésia,

os gorilas e os chimpanzés, que vivem em florestas **04.** (FMIt-MG) africanas. Todos os pongídeos são maiores que os demais

I. *Homo erectus*

macacos e têm também o cérebro maior que os demais

macacos, proporcionalmente ao tamanho do corpo. II. *Homo sapiens*

08. Com exceção dos prossímios, todos os demais III. *Homo neanderthalensis*

primatas são reunidos sob nome de antropoides, Podemos dizer que os indivíduos anteriores pertencem

que, por sua vez, dividem-se em dois grupos, os A) à mesma espécie. pongídeos (que abrange os macacos do Novo Mundo

B) ao mesmo gênero.

e os macacos do Velho Mundo) e os hominídeos (dos

quais sobrou apenas o homem moderno, a espécie C) à mesma família. *Homo sapiens*). D) à mesma classe.

Soma ( ) E) Três das alternativas estão corretas.

Frente D Módulo 16

05. (UFPI) A evolução biológica, amplamente aceita pelos Evidências científicas indicam atualmente a árvore

cientistas, é a melhor explicação para a enorme variação dos filogenética da linhagem do homem moderno conforme a

organismos vivos. No entanto, muitas pessoas leigas ainda representação anterior, na qual o número 7 corresponde

se sentem confusas em relação à Teoria da Evolução. Indique à espécie

a alternativa que **MELHOR** responderia, com base na Teoria A) *Homo neanderthalensis.*

de Darwin, à seguinte indagação cética: “Se o homem veio

do macaco, por que ainda existem macacos hoje?” B) *Australopithecus habilis.*

C) *Australopithecus erectus.*

A) Algumas espécies de macacos sofreram pressões

seletivas diferentes, porém certamente convergirão D) *Australopithecus sapiens.* para a espécie humana.

E)

Homo erectus.

B) O homem não evoluiu dos macacos modernos, mas

compartilhou com eles um ancestral comum, uma **07.** (PUC RS) espécie que não existe mais.

C) Os macacos modernos, apesar de pertencerem a espécies diferentes da humana, possuem carga genética muito semelhante.

D) Os macacos modernos são produtos de uma evolução inacabada, enquanto o homem já atingiu seu ápice.

E) Os macacos modernos certamente não chegaram a cruzar com os humanos.

06. (PUC RS) Registros encontrados na África de ossadas fósseis de *Australopithecus* (do latim: *australis* = do sul + *pithecus* = macaco) são evidências de que o homem teve sua origem evolutiva nesse continente. A teoria da origem africana propõe que o ser humano moderno (*Homo sapiens*) surgiu há cerca de 130 mil anos na África e dispersou-se por outros continentes há cerca de 100-60 mil anos.

Em 1861, a sociedade não aceitou a proposta de Darwin, a qual sugeria que

Árvore filogenética da linhagem do homem moderno

3 A) os homens seriam mais evoluídos que os macacos.

B) os homens e os macacos possuiriam um ancestral

4 comum.

1 2

C) os macacos poderiam vir a ser homens ao longo da

7 8 evolução.

5

D) os macacos derivariam de hominídeos.

6 E) os macacos atuais seriam descendentes de homens.

5,0 4,0 3,0 2,0 1,0 presente **08.** (PUC Minas) Recentes análises do DNA de chimpanzés

Tempo (milhões de anos atrás) permitiram concluir que o homem é mais

aparentado com

eles do que com qualquer outro primata. Isso permite

(1) *Australopithecus anamensis*

concluir que

(2) *Australopithecus afarensis*

(3) *Australopithecus boisei* A) o chimpanzé é ancestral do homem.

(4) *Australopithecus robustus* B) o chimpanzé e o homem têm um ancestral comum.

(5) *Australopithecus garhi*

C) o homem e o chimpanzé são ancestrais dos gorilas.

(6) *Homo habilis*

(7) _____ D) a evolução do homem não foi gradual.

(8) *Homo sapiens* E) os chimpanzés são tão inteligentes quanto o homem.

Evolução do homem

09. (Fafeod-MG) Analise o desenho esquemático e marque a 60% do genoma do neandertal. Ao comparar essas

afirmativa **CORRETA**. sequências com as sequências de populações modernas

do *H. sapiens*, os pesquisadores concluíram que de 1 a

4% do genoma dos europeus e asiáticos é constituído

1 por DNA de neandertais. Contudo, no genoma de

populações africanas não há traços de DNA neandertal.

Isto significa que

A) os *H. sapiens*, que teriam migrado da Europa e Ásia

2 para a África, lá chegando entrecruzaram com os

H. neanderthalensis.

B) os *H. sapiens*, que teriam migrado da África para

a Europa, lá chegando entrecruzaram com os

H. neanderthalensis.

C) o *H. sapiens* e o *H. neanderthalensis* não têm um

ancestral em comum.

D) a origem do *H. sapiens* foi na Europa, e não na África,

como se pensava.

A) Uma das prováveis causas da extinção de 2 foi o

predatismo realizado por 1. E) a espécie *H. sapiens* surgiu independentemente na

África, na Ásia e na Europa.

B) 1 e 2 viveram durante muito tempo juntos, mas numa

relação harmônica.

C) 1 conseguiu domesticar 2 pelo fato de ele ser

herbívoro e inofensivo.

SEÇÃO ENEM

D) 1 e 2 jamais se encontraram, pois quando 1 surgiu,

2 já estava extinto. BIOLOGIA

Instrução: Utilize-se dos dados da figura a seguir para

E) Essa cena só é vista em desenho animado, pois responder às questões **01**, **02** e **03**.

quando 2 se extinguiu, não havia nenhum tipo de

mamífero na Terra.

O assunto na aula de Biologia era a evolução do homem.

10. Foi apresentada aos alunos uma árvore filogenética, igual à (VUNESP) A especiação do *Homo sapiens* tem pouca

chance de ocorrer, considerando-se a atual condição da mostrada na ilustração, que relacionava primatas atuais e

espécie humana. Assinale a afirmação que **MELHOR** seus ancestrais.

sustenta essa hipótese.

A) A ciência moderna tem eliminado as mutações

humanas. Hilobatídeos Pongídeos Hominídeos

B) Os medicamentos atuais diminuem a incidência de

doenças. Milhões de anos

C) Os postulados de Darwin não se aplicam à espécie 0 Orangotango Gorila Chimpanzé Homem humana. Gibão Símios do Símios do

D) As alterações ambientais que favorecem a especiação 5 Novo Mundo Velho Mundo

são cada vez menores.

E) Os meios de locomoção e de comunicação têm 10 *Australopithecus*

diminuído ou eliminado os isolamentos geográficos.

15 *Ramapithecus*

11. (UNESP–2011) Há cerca de 40 000 anos, duas espécies do 25 *Dryopithecus* gênero *Homo* conviveram na área que hoje corresponde

à Europa: *H. sapiens* e *H. neanderthalensis*. Há cerca de 35

30 000 anos, os neandertais se extinguiram, e tornamo-nos

a única espécie do gênero. No início de 2010, pesquisadores 50

alemães anunciaram que, a partir de DNA extraído Mamíferos insetívoros

de ossos fossilizados, foi possível sequenciar cerca de

Frente D Módulo 16

01. Cretáceo superior Paleoceno Primatas atuais (Enem–1998) Após observar o material fornecido pelo

professor, os alunos emitiram várias opiniões, a saber: 90 80 70 60

Milhões

I. Os macacos antropoides (orangotango, gorila, de anos

Lêmures

chimpanzé e gibão) surgiram na Terra mais ou menos

contemporaneamente ao homem. Lóris

II. Alguns homens primitivos, hoje extintos, descendem Társios

dos macacos antropoides.

Macacos do

III. Na história evolutiva, os homens e os macacos Fósseis de Novo Mundo primatas

antropoides tiveram um ancestral comum. mais antigos

IV. Não existe relação de parentesco genético entre Ancestral comum

mais antigo

macacos antropoides e homens.

Macacos do

Analisando a árvore filogenética, você pode concluir que Velho Mundo

A) todas as afirmativas estão corretas. Extinção dos Grandes macacos dinossauros e humanos B) apenas as afirmativas I e III estão corretas.

C) apenas as afirmativas II e IV estão corretas.

Examinando essa árvore evolutiva, podemos dizer que

D) apenas a afirmativa II está correta. a divergência entre os macacos do Velho Mundo e o

E) apenas a afirmativa IV está correta. grupo dos grandes macacos e de humanos ocorreu há

aproxima

02. (Enem–1998) Foram feitas comparações entre DNA e A) 10 milhões de anos.

proteínas da espécie humana com DNA e proteínas de B) 40 milhões de anos.

diversos primatas. Observando a árvore filogenética, você

C) 55 milhões de anos.

espera que os dados bioquímicos tenham apontado, entre

os primatas atuais, como nosso parente mais próximo o D) 65 milhões de anos.

E) 85 milhões de anos.

A) *Australopithecus*.

B) chimpanzé.

C) *Ramapithecus*. GABARITO

D) gorila.

E) orangotango. Fixação

03. (Enem–1998) Se fosse possível a uma máquina do 01. F F V V

tempo percorrer a evolução dos primatas em sentido

02. Estão corretas as afirmativas A, D e E.

contrário, aproximadamente quantos milhões de anos

precisaríamos retroceder, de acordo com a árvore 03. C

filogenética apresentada, para encontrar o ancestral 04. C

comum do homem e dos macacos antropoides (gibão,

05. Soma = 03

orangotango, gorila e chimpanzé)?

A) 5 Propostos

B) 10

C) 15 01. B 04. E 07. B 10. E

D) 30 02. B 05. B 08. B 11. B

E) 60 03. E 06. E 09. D

04. (Enem–2005) Foi proposto um novo modelo de evolução

Seção Enem dos primatas elaborado por matemáticos e biólogos.

Nesse modelo o grupo de primatas pode ter tido origem

quando os dinossauros ainda habitavam a Terra, e não 01. B 02. B 03. C 04. B

há 65 milhões de anos, como é comumente aceito.